

フィリピン国

フィリピン国  
地産地消型バイオディーゼル  
生産システム普及のための案件化調査  
業務完了報告書

平成27年9月  
(2015年)

独立行政法人  
国際協力機構(JICA)

株式会社キャリアカーサービス

国内
JR(先)
15-080



## <目次>

要 約 .....	1
はじめに .....	13
第 1 章 対象国の現状 .....	17
1.1 対象国の政治・社会経済状況 .....	17
1.2 対象国の対象分野における開発課題 .....	25
1.3 対象国の対象分野における開発計画、関連計画、政策（外資政策含む）及び法制度 .....	34
1.4 対象国の対象分野における ODA 事業の先行事例分析及び他ドナーの分析 .....	36
1.5 対象国のビジネス環境の分析 .....	37
第 2 章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針 .....	40
2.1 提案企業及び活用が見込まれる製品・技術の特長 .....	40
2.2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ .....	43
2.3 提案企業の海外進出による我が国地域経済への貢献 .....	44
第 3 章 活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果 .....	46
3.1 製品・技術の検証活動（紹介、試用など） .....	46
3.2 製品・技術の現地適合性検証 .....	50
3.3 製品・技術のニーズの確認 .....	50
3.4 製品・技術と開発課題との整合性及び有効性 .....	50
3.5 実現可能性の検討 .....	51
第 4 章 ODA 案件化の具体的提案 .....	52
4.1 ODA 案件概要 .....	52
4.2 具体的な協力計画及び開発効果 .....	53
4.3 対象地域及びその周辺状況 .....	61
4.4 他 ODA 案件との連携可能性 .....	62
4.5 ODA 案件形成における課題 .....	63
第 5 章 ビジネス展開の具体的計画 .....	64
5.1 市場分析結果 .....	64
5.2 想定する事業計画及び開発効果 .....	64
5.3 事業展開におけるリスクと課題 .....	64
別添資料 .....	65
英文要約 .....	66

<図表目次>

表 1-1	地域別 GDP 構成比と一人あたり GDP.....	19
表 1-2	フィリピンの行政単位数.....	20
表 1-3	地方自治体（町レベル）の所得クラス及びラグナ州の町.....	21
表 1-4	カラバルソン地区と全国の GDP 構成比.....	22
表 1-5	ロスバーニョス町に含まれるバランガイと人口.....	23
表 1-6	フィリピンにおける水域の定義.....	26
表 1-7	水域ごとの水質基準.....	26
表 1-8	水域との排水規準.....	27
表 1-9	ラグナ湖における BOD(生物化学的酸素要求量)推移.....	29
表 1-10	ラグナ湖における DO(溶存酸素量)推移.....	29
表 1-11	国家環境大気質基準指標.....	30
表 1-12	死因順位上位 10 位.....	31
表 1-13	排気ガス基準の試験結果.....	32
表 1-14	BDF 生産にかかる主な法規定.....	34
表 1-15	セクター別海外直接投資額の推移.....	38
表 4-1	本調査に基づく ODA 案件の概要（案）.....	52
表 4-2	普及・実証事業（案）.....	53
表 4-3	実証活動にて実証すべき内容.....	59
表 4-4	無償資金協力（中小企業ノン・プロジェクト無償資金協力）.....	60
図 1-1	フィリピン地図.....	17
図 1-2	アセアン主要国の GDP 成長率推移.....	18
図 1-3	フィリピンの行政単位の構造.....	19
図 1-4	ラグナ州地図.....	21
図 1-5	ロスバーニョス町の組織図.....	24
図 1-6	ラグナ湖の水質モニタリング地点.....	28
図 1-7	マニラ首都圏における TSP の推移.....	31
図 1-8	海外直接投資認可額の推移.....	38
図 1-9	国別の累積(1996 年～2013 年)直接投資額.....	38
図 2-1	エステル交換工程.....	41
図 2-2	対象商品外観（ワンダー100）と仕様.....	41
図 2-3	ワンダー100 の構造.....	42
図 3-1	ロスバーニョス町における BDF 生産事業の構造.....	46
図 3-2	ロスバーニョス町の地図.....	49
図 4-1	実施体制図.....	57
図 4-2	実施スケジュール.....	57

略語表

略語	英語名	日本語名
BDF	Biodiesel Fuel	バイオディーゼル燃料
BLGF	Bureau of Local Government Finance	地方自治財務局、財務省傘下の部局
BOI	Board of Investment	投資委員会
DAO	Department Administrative Order	省行政命令
DENR	Department of Environment and Natural Resources	環境天然資源省
DILG	Department of the Interior and Local Government	内務自治省
DOE	Department of Energy	エネルギー省
DOF	Department of Finance	財務省
DOT	Department of Tourism	観光省
DOST	Department of Science and Technology	科学技術省
DTI	Department of Trade and Industry	貿易工業省
EMB	Environmental Management Bureau	DENR 傘下の環境管理局
FAME	Fatty Acid Methyl Esters	脂肪酸メチルエステル
LLDA	Laguna Lake Development Authority	ラグナ湖開発局
LTO	Land Transportation Office	地域陸運局
MENRO	Municipal Environment and Natural Resources Office	天然資源環境担当官
NAAQGV	National Ambient Air Quality Guideline Values	国家環境大気質基準指標
NBB	National Biofuel Board	国家バイオ燃料委員会
NEDA	National Economic and Development Authority	国家経済開発庁
NEDA	National Economic Development Authority	国家経済開発庁
NSCB	National Statistical Coordination Board	統計調整委員会
NSO	National Statistics Office	国家統計局
PECT	Private Emission Testing Centers	民間排気ガス試験センター
PEZA	Philippine Economic Zone Authority	フィリピン経済区庁
PHP	Philippine peso	フィリピンペソ

# 要 約

## 第1章 対象国の現状

### 対象国の政治経済

フィリピンの経済は、2011年に外需低迷による成長率鈍化があったものの、2012年以降 ASEAN 主要国の中では最も高い GDP 成長率を達成している。尚、2014年は、政府支出に遅れが発生し、GDP 成長率は1～9月では前年同期比で 5.8%と低迷したものの、国内消費が順調に拡大したことから最終的には 6.1%と前年比で若干の減速となっている<sup>1</sup>。国家元首は 2010年6月に就任したベニグノ・アキノ3世である。腐敗対策を重要課題として注力してきた現大統領の政策運営に対する評価は国内外から高く評価されているが、現大統領の任期は、2016年6月末日までとなっている。

対象地域であるロスバーニョス町は、ルソン島南部のラグナ州に属する行政組織である。ラグナ州は首都マニラに隣接し、北部をフィリピン最大の湖でマニラ地域の水源であるラグナ湖南岸に接し、行政区IV-Aのカラバルゾン(CALABARZON)地区に属する5つの州のひとつである。対象国の中でもカラバルゾン地域は産業化が進んでおり、特にラグナ州は自動車産業が幅広く進出しており、他の地域に比べ製造業中心の産業構造である点が特徴である。州都はサンタクルス町であり、6つの市(city)と24の町(municipalities)から構成される。ロスバーニョス町は、ラグナ州の中でも独自財政の豊かな第1クラスの町とされ、研究学園都市として国内外の研究機関が存在する点が地方的な特色となっている。ロスバーニョス町長の Caesar Perez 氏は 2001年から同町の町長を勤め、固形廃棄物の管理システムを条例化し、実施に移したことで、その指導力を高く評価されている。その後ラグナ州の副知事を経て、2013年に町長に再選されて現在に至る。

### 開発課題

対象国であるフィリピンでは、急速な経済発展と都市化による人口集中を受けて、水質汚染や大気汚染が深刻化し、住民の健康被害や各種産業での経済的損失が懸念されている。

水質汚染対策は 2004年に水質浄化法が施行され、関連細則も環境天然資源省(以下 DENR)により規定されている。水質基準は、水域を9つに分類し、各水域の水質基準および排水基準を規定している。特に対象地域が接するラグナ湖は、同国の重要な環境資源であり、その開発と環境保護についてはラグナ湖開発局(以下、LLDA)が設置され、様々な活動も含め水質のモニタリングが行われている。ラグナ湖内のモニタリング値は上記基準を満たしているが、2012年には溶解酸素(DO)の不足により養殖魚の大量死が発生した事例もあり、引き続き水質汚染対策を進めることは重要な課題である。

大気汚染については、自動車の排気に含まれる黒煙が大きな原因とされている。一方で自動車の登録台数は一貫して増加する傾向にあり、現在でも登録台数の約1/4がディーゼル車両である<sup>2</sup>。中でも公共交通機関であるジプニーは、中古のディーゼルエンジンを搭載し、燃焼効率の悪さから排

<sup>1</sup> IMF, "World Economic Outlook Database"

<sup>2</sup> Philippine Statistics Authority, "2014 Philippine Statistical Yearbook 13-6", 2014

気ガス中の黒煙による大気汚染が問題視されている。大気汚染対策は、大気浄化法 (RA8749, 1999) に基づき DENR が大気質基準指標を規定し、全国的にモニタリングを行っている。マニラ首都圏では改善の傾向は見られるものの、指標を満たす状況には無く、大気汚染に関連した健康被害もみられる。特に自動車からの排気ガスに対しては各種の規定が整備されているものの、基準を満たす車両は2割程度に過ぎず、大気汚染対策については多面的な対策が必要と考えられる。

上記の対象国における水質汚染および大気汚染については、対象地域であるロスバーニョス町も取り組むべき重要な課題として認識している。特に、現町長の Caesar P. Perez 氏は、水質汚染について、町内にはラグナ湖に流入する河川が7本もあること、また町の北側のラグナ湖では養殖業が盛んであることから、特に重視しており、各種の取り組みを積極的に展開する姿勢にある。また、ボホール州のタグビララン市・パングラオ町では、島周辺海域での水質汚染が深刻化しており、同地域の主要産業である観光業への悪影響が懸念されていることを確認した。

### **バイオディーゼル燃料（以下、BDF）にかかる政策及び法制度**

対象国のバイオディーゼルに関する状況としては、2006年にバイオ燃料法 (the Philippines Biofuel Act (Republic Act 9367)) が制定され、2007年以降 BDF が利用され、現在は2%混合率のディーゼル燃料 (B2) が全国的に普及しており、今後も更に混合率を引き上げ BDF の利用を促進する方針に変わりはない。尚、2013年末に予定されていた5%への混合率引き上げは、DOE へのヒアリングによれば2015年中に実施される見込みである。

BDF 生産・普及に係る主な法規定は、2007年制定の“Biofuel Act of 2006 (Republic Act 9367)”と2008年制定の“Renewable Energy Act of 2008 (Republic Act 9513)”であり、監督官庁の DOE が細則を制定している。フィリピンにおける BDF は、主要農産品であるココナッツを原料に供給され、混合率の引き上げに併せて生産量を拡大している。一般流通向けにディーゼル燃料に混合される BDF に対する品質はフィリピン国家標準基準 (PNS/DOE QS 002:2007) が規定しており、DOE がモニタリングしているとのことであるが、本調査で想定している小規模な BDF の生産と自家消費もしくは個別契約に基づく供給・消費事業に対して、DOE は BDF の生産を制限する立場にはないとコメントであった。尚、廃食油を利用した BDF 生産・利用の過去の ODA 案件としては、USAID が支援を実施していたが、6ヶ月程度の実証実験の完了後は、事業は継続されていないことを確認した。

### **対象国のビジネス環境**

対象国の外資投資の受け入れ政策は、1991年に制定された外国投資法(共和国法第7042号,1996年改正)により基本的に規定されている。同法では、外国資本の100%投資を認めており、別途外資の参入規制・禁止業種についてはネガティブリストを制定し、規制業種ごとの外資比率を制限している。尚、最新のネガティブリストは第10次外国投資ネガティブリスト(2015年5月29日,大統領指令184)であり、同リスト内に、本案件で想定する事業に該当する事業は確認できなかったことから、外資規制の対象業種には該当しないと判断される。

## 第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針

### 製品・技術の特徴

提案企業が、本調査で活用する「ワンダー100」は、廃食油などの植物性油をメタノールと反応させメチルエステル化するアルカリ触媒法により、軽油代替燃料である BDF を精製する機器である。

対象製品は、精製技術として安定した技術であるアルカリ触媒法を利用した BDF 精製機器である。廃食油に含まれる油脂を、メタノールと反応させる攪拌工程の攪拌装置（プロペラ形状）にノウハウがあり、高い BDF 精製効率を確保し、評価を受けている。また精製の後工程となる中和・洗浄・脱水を効率的に行うため、水を用いた湿式のプロセスを採用している点で、国内競合製品との差別化を実現している。

製品は小型の洗濯機程度のサイズとなりコンパクトで、1 バッチで 100L の廃食油からほぼ同量の BDF を生産することが可能な機械である。コンパクトであることから移動・据付が容易であり、必要処理量の変化に応じ、台数を増やすことで柔軟な処理体制の構築が可能となる。



製品名	ワンダー100
処理量	100L/約 6 時間 (1 バッチ)
サイズ	H1, 470mm×D750mm×W750mm
重量	170kg (乾燥重量)
動力	電気 三相 200V 5.2kw
設置	室内水平設置
操業温度	0℃～40℃
販売価格	350 万円/台

本調査では、小規模ながら現地のオペレーターが継続的に実験を行うことで、以下の特徴を確認すべく検証実験をおこなった。

- ①構造が比較的単純で壊れにくい。
- ②同国の電力事情に合わせた家庭用電源である単相 220V 化が可能。
- ③高い精製効率を実現。

### 提案企業の海外進出の位置づけ

提案企業は、自社保有車両での利用を目的に、2010 年より BDF 生産施設を稼働している。日本では月産 1 万リットルの BDF 生産を行い、一部を BDF100% (B100) の状態で自家利用し、残りを外部の運送業者に販売している。

フィリピンとの関係は、2010 年に当時のフィリピン国会議員がプラントを視察したことが契機となり、自社で複数の都市視察や現地関係者へのヒアリングを行ってきた。現在、フィリピンと中国に対して、廃食油を利用した BDF 生産事業の提案とワンダー100 の販売を推進している。精製装置であるワンダーには処理能力により 3 種類の製品があるが、海外事業では、現地でのメンテナンス対応性の高さ、運転コスト等の面から最も小型のワンダー100 の販売を進めている。

海外進出の計画としては、当面はフィリピンに注力する考えである。現在の事業候補地であるラ

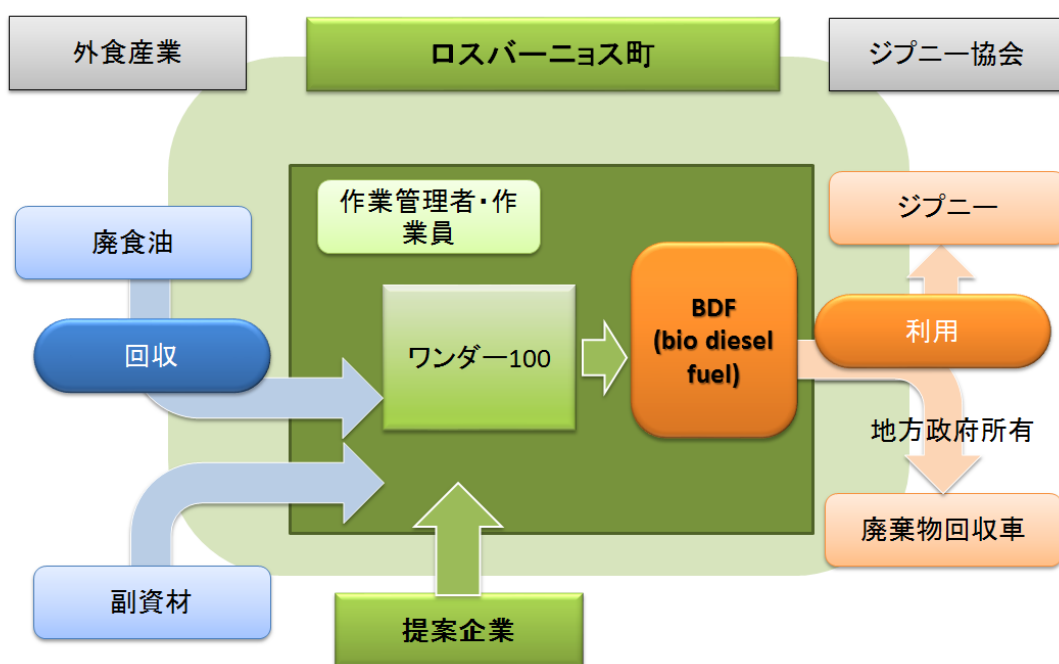


グナ州ロスバーニョス町において地産地消型 BDF モデルの普及・拡大に努めると同時に、近隣地域への同モデルの展開を進める予定である。本調査を通じて訪問・意見交換を行った対象国の他の州や市からは、本事業への関心が寄せられ、継続して意見交換を進める予定である。

### 第3章 製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果

#### 提案製品の紹介および事業体制の確認

本調査では、提案企業が生産する廃食油利用型 BDF 精製機器ワンダー100 を対象地域の地方自治体に導入し、地方自治体が事業主体となった地産地消型 BDF 生産システム構築を目指すものである。地方自治体が現地において廃食油を回収し、ワンダー100 を利用してバイオディーゼルに精製後、一定量を自家消費した上で、地域の公共交通機関（ジプニー）で利用する地産地消型 BDF 生産事業のビジネスモデルについて、意見交換を行い、事業のあり方やニーズ、役割分担等の確認を行った。



本調査では、既に提案企業がフィリピン国内に持ち込んでいたワンダー100 をロスバーニョス町に移送し、廃食油から BDF を生産する検証活動を地方自治体と共同で行いながら、対象企業が技術指導を行うこととした。廃食油の回収はロスバーニョス町が町内に存在するファーストフード店から回収する体制とし、生産した BDF の利用は、当面は町の保有するディーゼルエンジン車へ供給し、継続的に利用する体制を構築することで合意した。

#### 検証活動の実施

これらの合意の上で、実際に町で回収した廃食油から BDF を継続的に生産し、生産した BDF を 100% (B100) のまま利用する検証活動を行った。

ロスバーニョス町における BDF 生産の検証活動は、2015 年 2 月初旬から 4 月初旬にかけて実施した。生産開始当初はワンダー100 の操作も含め、生産現場において指導を行ったが、その後は町職

員が主体となり、不明点や生産の状況等については、随時電話等での連絡等により指導を行うことで対応した。検証活動期間中に延べ35回の生産を実施した。尚、精製方法については、当初日本での実績のある方法を適用していたが、対象国で利用される食用油の原料が日本と異なることから、メチルエステル化反応が不十分となる状態が判明したため、精製方法を再検討した。

### 生産したBDFの利用・効果

前述のように、一般流通向けにディーゼル燃料に混合(現在は2%)されるBDFに対してはフィリピン国家標準(PNS/DOE QS 002:2007)が存在し、29の項目に基準値が設定されている。本調査でのDOEと面談では、本案件で想定するBDF精製・利用事業では、利用者が限定的であり、利用方法も100%BDFでの利用を想定するため、必ずしも基準を満たすことを義務付けるものではないとの回答であったが、提案企業ではBDFをディーゼル燃料と混合せずにB100のままで利用する際に、日本で遵守が必要な項目について、上記の国家標準基準に準拠した水準を達成する方針で、品質を確認しながら、精製方法を調整し、現地の作業員に技術移転を進めていく。また本調査では、BDF利用の効果としては大気汚染の原因である黒鉛の削減が大きいと考え、ディーゼルエンジン車両向け排気ガスの黒煙削減の効果として排出基準への適合性を確認した。具体的には現地ジプニー協会の協力を得て、実際に利用されているジプニー2台に対し、一般のディーゼル燃料とBDFを利用して黒煙排出濃度を計測し、結果としてBDF利用による大幅な黒煙の削減効果が認められた。併せて、BDF生産から発生する排水とグリセリンについても、その処理方法について生産担当者に指導を行うと同時に、現地で発生する排水について複数の処理方法を検討した。

### 将来的なBDF生産事業の拡大可能性

将来的なBDF生産事業の拡大に向けて、BDF原料である廃食油をどの程度回収できるのかの確認を行い、利用ニーズとして、ロスバーニョス町内だけでも、町が保有する廃棄物回収車等のディーゼル車両への利用やジプニー協会に加盟するジプニーへの販売など十分な需要が確保できることを確認した。一方で今後拡大が必要な廃食油の回収については、事業所系の廃食油の回収量拡大に向けた町の考え方や一般世帯からの回収に向けた課題等の意見交換を行った。

### BDF生産事業の経済性評価

最後に、これらの検証活動を通じて、現地でBDFを生産することの経済性について確認を行った。今回はロスバーニョス町で調達した原料・副資材等の情報からBDFの製造原価(対象機器の減価償却費を除く)は22.5PHP/Lと現地のガソリンスタンドで販売されているディーゼル燃料価格(約33PHP/L)を下回ることを確認した。また、町が対象機器を購入した際に、自らBDFを生産し自家消費することによる燃料費削減効果を通じて、投資回収に要する期間に関して、①ガソリンスタンドで販売されているディーゼル燃料価格と②操業回数(回収できる廃食油の量)により投資回収期間は大きく変動するによる回収期間の試算を行った。なお①は、町が管理可能な要因ではないことから、②の廃食油回収量を安定的・低価格で確保に努めることの重要性を再度町側と確認するとともに、副資材の調達方法の変更による製造原価の低減について意見交換を行った。

## 第4章 ODA 案件化の具体的提案

### ODA 案件概要

本調査を通じて明らかになった課題は、廃食油の適正な処理が求められているものの、一般家庭においては台所の流し台への直接放流や、自宅に設置してある浄化槽への直接放流、庭や周辺土壌への投棄が行われており、当該自治体にとって環境保護の観点から問題が生じていることである。水質汚染防止、海岸線、砂浜の適正管理の観点から、廃食油の回収が望まれている。

これらを解決するために、ODA 案件として、「普及・実証事業」、「無償資金協力」を提案する。本調査との連続性が確保される時期で実施することで一層高い効果が期待できる「普及・実証事業」の実施を当面の目標とする。「無償資金協力」は中長期的なフィリピン向け環境分野 ODA として詳細に検討することが望ましい。

	地産地消型バイオディーゼル生産システム 普及・実証事業	環境保全関連機器の提供（無償資金協力）
目的	①廃食油処理の適正化による水質汚染の防止 ②BDF利用によるディーゼル車両排ガス中の黒煙濃度の減少による大気汚染の軽減 ③導入対象地方自治体の廃棄物管理水準の向上 ④対象製品の認知度向上	対象製品を含む環境保全関連機器の提供による廃棄物処理管理水準の向上
対象地域	ラグナ州、ボホール州	観光業を主要産業とし当該産業からの環境への負荷が大きな地方自治体
対象機関等	ラグナ州ロスバーニョス町、ボホール州パングラオ町及びタグビララン市	地方自治体
内容	対象製品導入による環境汚染の軽減効果及び事業採算性の検証、自治体の環境・廃棄物管理担当者、 balan gairider に対する教育・研修の実施、本邦受入活動、水質汚染が甚だしい地域への対象製品及びBDF生産システムの紹介	環境保全分野においてニーズが大きい廃食油処理装置を提供する

### 具体的な協力計画及び開発効果

本事業の目的は、廃食油処理の適正化による水質汚染の軽減、BDF 利用によるディーゼル車両排ガス中の黒煙濃度の減少による大気汚染の軽減、導入対象地域の地方自治体の廃棄物管理水準の向上、対象製品の認知度の向上、である。

提案企業は、自社製品であるワンダー100 を用いて、フィリピンの現地の地方自治体の協力の下に廃食油の回収体系を構築することができれば、地産地消型バイオディーゼル生産システム事業の運営が可能ではないか、との仮説を持っている。同事業の運営体制確立のためには①廃食油の長期安定的な低コストでの調達、②BDF 製造装置の円滑な運転による BDF の製造、③できあがった BDF の効率的な消費の3点が重要であり、これらの実証を行うものである。

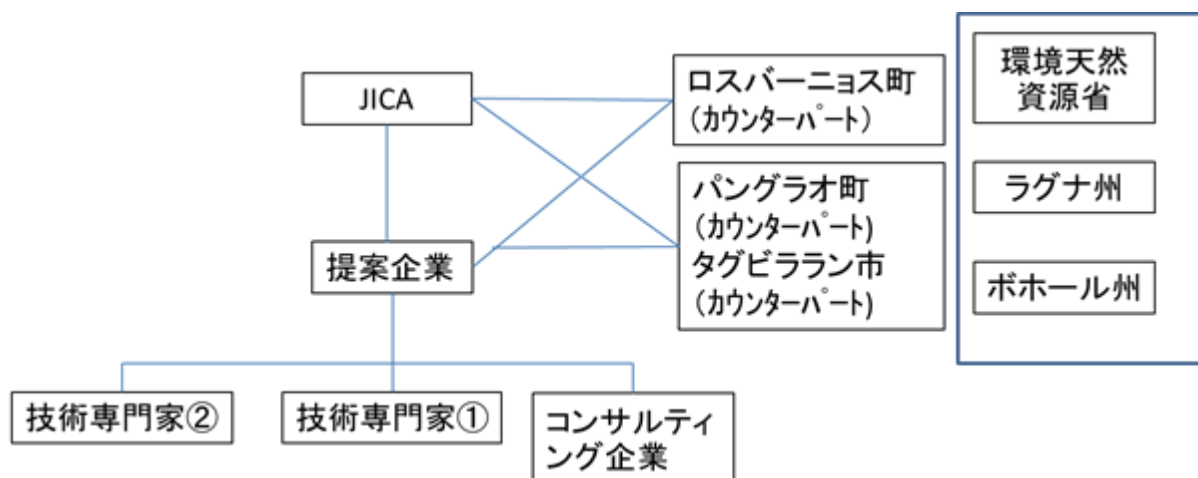
カウンターパート（先方実施機関等）はフィリピン中央政府の環境天然資源省の指導のもと、導入対象となる地方自治体である市、町の環境管理部が中心となって推進することを想定する。対象地域はラグナ州およびボホール州を対象とし、対象機関はラグナ州ロスバーニョス町、ボホール州

パングラオ町及びタグビララン市である。

実施内容は、対象製品の導入及び効果の検証、対象製品を使って製造された BDF の品質の検証、BDF の費消状況、廃水処理の検証である。

案件名	地産地消型バイオディーゼル生産システム普及・実証事業
先方実施機関	フィリピン環境天然資源省 ラグナ州環境管理局 ボホール州環境管理局
対象地域	ラグナ州、ボホール州
対象機関	①ラグナ州ロスバーニョス町 ②ボホール州パングラオ町 ③ボホール州タグビララン市
実施内容	①対象製品の導入による効果の実証 ・提供する機器の内容：対象製品、濾過装置各1台を1セットとする。 ・本事業の対象：ロスバーニョス町、パングラオ町、タグビララン市に各1セット（合計3セット）を提供し、環境汚染の軽減効果及び事業採算性を検証する。 ・各市において対象製品の試験運転を行い、現地での適応性、製造されたBDFの品質、自治体によるBDFの自家消費を検証する。 ・廃食油回収体制の構築及び円滑な運営を検証する。 ②市の環境担当者、廃棄物処理担当者に対する教育・研修 ・対象自治体の環境対策担当者、廃棄物処理担当者向け研修を実施する。 ③市のバラнгаイリーダーに対する啓発・教育 ・廃食油処理の重要性に関する啓発・教育ツール(冊子)を作成。 ④対象自治体担当者に対する本邦受入活動の実施。 ⑤水質汚染地域に対する対象製品及び地産地消型BDF生産システムの紹介
日本側の体制	①提案企業 ②BDF製造及び廃水処理を専門とする技術者：2名（アドバイザー） ③コンサルタント
相手国側投入	日本側との協議、試験導入の受け入れ、研修講師、環境、廃棄物処理関係者の研修等出席、各種便宜供与、水道光熱費、副材料費
スケジュール	2016年4月～2018年3月（2年間）
協力概算金額	約9,800万円 (機材、輸送費、機材の輸入に関わる租税公課、研修講師謝金、研修参加者旅費・日当、研修運営費、環境・廃棄物処理担当者向け啓発・教育ツール作成、外部人材委託費等)

## 実施体制及びスケジュール



JICA と導入予定の地方自治体であるラグナ州ロスバーニョス町、ボホール州パングラオ町、タグビラン市と提案企業との間で協議議事録を取り交わす。中央政府である環境天然資源省及びラグナ州、ボホール州は Witness として関与する。スケジュールは、2015 年冬に採択後、全体で 2 年の日程を想定する。

### 具体的な開発効果

これらにより期待される開発効果は、廃食油の流入による河川、海洋汚染の軽減、BDF 使用車両による排ガスに含まれる黒煙減少による大気汚染の軽減、地方行政のインフラ整備能力の向上である。

### 対象地域及びその周辺状況

ラグナ州ロスバーニョス町の選定理由は、提案企業が市場調査実施時にロスバーニョス町長から強い興味が提示されたこと、また提案企業がこれまでに同町においてデモンストレーションを実施し、案件化調査においても短期間ではあるが現地で BDF の試験生産を行った経験があることによるものである。同町はプラスチックバックの使用を 2008 年からから条例で禁止し、ごみの分別回収や減量化を推進するなど、環境汚染問題については早い段階から自治体として取り組んでいる。

ボホール州パングラオ町、タグビラン市の選定理由は、ボホール新空港の建設が円借款によって進行中であり、同州は観光都市であり、州をあげてエコツーリズムを推進しているからである。またこの地域においては工場の建設は原則として認められていない。パングラオ町では、ダイバー等観光客から一定の環境税を徴収している。また同町では廃食油の河川、下水、浄化槽への投棄におよってもたらされる水質汚染を防止するために、すべてのホテル事業者、住民に対して、廃食油の投棄の禁止と指定場所への回収を義務付ける条例の制定を検討している。町長は現在町長令 (Executive Order) を起草中であり、合わせて町議会でも条例 (Ordinance) 制定に向けて準備中である。



## 他 ODA 案件との連携可能性

連携の可能性がある他の ODA プロジェクトとしては、新ボホール空港建設に関する円借款プロジェクトに関連して現在進行中である環境保全での JICA による有償技術支援—付帯プロジェクト「新ボホール空港建設及び持続可能性型環境保全事業」が挙げられる。

## 第 5 章 ビジネス展開の具体的計画

### 市場分析結果

提案企業は BDF 製造装置を販売することが最終的な事業目的であるが、目的を達成するためには、BDF 製造事業の事業主体となる地方自治体とよく連携した上で、原料である廃食油を廉価でかつ長期安定的に調達できる体制を構築することが必要である。この原料の供給が本事業の事業規模を左右する。

市場規模の推定にあたっては、本調査を実施したラグナ州ロスバーニョス町およびその隣接市、町、ボホール州パングラオ町およびその隣接市での原料の供給可能量、市・町の公有ディーゼル車両による潜在的な BDF 自家消費量をもとにして、当該地域におけるワンダー100 の販売可能台数を推計した。

### 売上規模と市場規模

#### 1) 売上規模

地域	供給サイド		需要サイド		ワンダー100
	廃食油回収可能量 リットル/週		公用車台数	公用車からの 消費需要 リットル/週	販売可能台数
	当該都市単独	隣接都市含む			
ラグナ州ロスバーニョス町	400	800	15	2,000	1~4
ボホール州パングラオ町	2,100	5,000	5~21	665~2,800	2~6

ラグナ州ロスバーニョス町および隣接市を含む地域におけるワンダー100 の潜在販売可能台数は 1~4 台であり、ボホール州パングラオ町及び隣接市を含んだ地域における潜在販売可能台数は 2~6 台と考えられる。

#### 2) 市場規模

前述の地域限定下での売り上げ規模推計を元に、対象地域を拡大してより広い範囲における市場規模を推計する。フィリピンの主要な島には一定の導入可能性を持つ自治体があるものと考えられるが、保守的な推計を試みると、ルソン島で 4 か所、ミンドロ島、バラワン島、サマール島、レイテ島、ミンダナオ島、セブ島にそれぞれ一つの自治体で導入可能性があると考えられ、それぞれの自治体に 2 台ずつ導入できれば、10 か所で合計 20 台の導入可能性のある市場と推計する。提案企業は機材と濾過器を一セットあたり 200 万ペソで販売しており、20 セットの販売では約 1 億 1,500

万円の世界と推定される。

### 想定する事業計画及び開発効果

流通・販売計画と収益予想は以下のように想定される  
売上予想

販売単価	セット 2,000,000 単位:PHP		
	一年目	二年目	三年目
販売セット数	3	5	10
売上高	6,000,000	10,000,000	20,000,000

販売単価は輸送費、研修費、一年保証を含み、機材本体、濾過装置をセットとして 200 万ペソである。提案企業の本社及び THKS 社との協働を継続して自治体に対して営業活動を継続する。一年目には 3 セットで 600 万ペソ、二年目には 5 セットで 1,000 万ペソ、三年目には 10 セットで 2,000 万ペソの売上を予想する。

### 販売方法、販売網の構築

BDF 製造装置の販売に当たっては地方自治体を主な対象とするが、対象となる地方自治体は BDF 生産事業の事業主体として、原料である廃食油の回収から BDF 製造、その消費までを円滑に行えるよう全体のシステムを構築する必要がありそれは非常に手間がかかる工程である。提案企業は労を惜しまずに地方自治体と密接な協議を進めながら営業活動を展開するが基本的には環境問への取り組み方が積極的な自治体を営業対象とする。観光業を主要産業とする地域の自治体は概ねこの条件に当てはまると考えられる<sup>3</sup>。

地自体への製造装置の導入では食油の回収可能量をもとに、一地域につき製造装置を 1～3 台を導入する。規模が小さい場合は周辺自治体と連携の上、廃食油の回収量が一定規模以上見込まれる広域地域を一つの事業範囲とする。また BDF 生産事業の展開にあたっては自治体による廃食油回収の義務化は必要条件である。

予想される廃油回収量が週に 500 リットル程度と見込まれる場合はワンダー100 の導入台数は一台であり、複数台合わせて運転することで回収量増に対応可能である。機械設備（ワンダー100）と濾過装置をセットで一セット 200 万ペソであるが、この機械代金に関してはフィリピン仕様適合理化費用、関税、通関費用、輸送費用、一年間の保守、メンテサービス、技術指導及び教育訓練費用が含まれている。また一年間の保証期間満了の後は、実費での保守メンテ修理サービスを受けることが可能である。保守管理、修理サービスはフィリピンの協力会社 THKS バイオメンテナンス社を通じて行われる。

### 提案企業が事業展開した場合の開発効果

- ・フィリピンの現行規制で危険物（Hazardous Waste）扱いである廃食油（Used Cooking Oil

<sup>3</sup> 優先度の高い地域は次の通り。ラグナ州ロスバーニョス町、ラグナ州カランバ市、ボホール州パングラオ町、ボホール州タグビラン市、アクラン州ボラカイ島である。また、都市部であり廃食油の回収量が潜在的に多いと推定される都市にパサイ市、マニラ市がある。

including sludge) の適正処理を実現できる。これにより下水、浄化槽、地面への直接投棄を防止し、分別回収が実現でき、自然環境の改善に資することができる。

- ・ディーゼルエンジンの排気ガス中の黒煙を減少させ、大気汚染の軽減に資することができる。
- ・市の公用車のディーゼル燃料費の削減に資することができる。
- ・BDF 担当者の雇用を創出できる。

### 事業展開におけるリスクと課題

1) BDF 製造機器の販売：BDF 製造機器の販売における主なリスク

- (1) 代金回収不能リスク
- (2) 保守整備クレームリスク
- (3) 周辺システム機能不全リスク

2) BDF 生産事業：BDF の生産の展開における主なリスク

- (1) 廃食油の調達リスク
- (2) BDF の外部販売のリスク
- (3) 条例による強制力の不履行リスク
- (4) 法律、規制リスク

### 新たに顕在化した課題と対応方法等

1) 製造された BDF がフィリピン基準を満たしていなかった点。

BDF の成分分析結果において脂肪酸メチルエステル (FAME) が基準値以下であった。この問題を検証した結果、製造工程におけるエステル交換反応が不十分であることが判明した。解決方法として、日本において仮説検証を行った結果、二段階エステル交換反応法を採用して反応時間を延長することで対応することにした。二段階エステル交換反応法によって現地で製造された BDF の検査結果では、当初の数値からは改善したもののフィリピン基準を満たす水準にまでは達しておらず今後の課題と認識している。フィリピンで回収する廃食油の品質が日本とは異なることが原因として推測される。また水分含有量が基準値を上回っているが、これについては脱水工程の時間を延長することで対応可能である。

2) フィリピンの排水基準を満たしていなかった点。

将来 BDF の製造規模が拡大した場合には排水基準の遵守が求められる。これに対しては、ポリ塩化アルミニウムを使用する方法と洗浄乾燥工程そのものを省略したうえで濾過器を併用することで排水が出ないようにする製造方法の二方法を検討しており対応は可能である。今後現地において検証が必要である。



# フィリピン国地産地消型バイオディーゼル生産システム 普及のための案件化調査 株式会社キャリアカーサービス(三重県津市寿町)

## フィリピン国の開発ニーズ

- 廃食用油を含む生活排水の垂れ流しによる水質汚染
- バス・ジプニー等のディーゼルエンジンからの黒煙が要因とされる大気汚染
- 水質・大気汚染による住民の健康被害・経済的損失

## 中小企業の技術・製品



廃食用油再生燃料化(BDF)装置「ワンダー100」

- 1日200リットルのBDFを精製可能
- 2坪の作業スペース
- 扱いが容易



廃食用油を精製したBDFで走行するジプニー

## フィリピン側に見込まれる成果

- 河川に廃棄されていた廃食用油回収による水質改善
- ジプニーがBDFを使用して走行することによる排気ガスの低減による大気汚染の軽減
- 水質・大気汚染の改善による健康被害・掲載損失の軽減

## 調査の内容

- 廃食用油再生燃料化装置導入候補となる現地自治体の選定
- 現地で調達した廃食用油からのBDF精製実証実験
- 精製したBDFを使用したジプニーの走行試験及び排気ガスの成分試験
- 現地オペレーターの実験確認

## 日本企業側の成果

### 現状

- 新ボホール空港建設に係る持続可能型環境保全プロジェクトへの製品紹介
- ロスバーニョス市へ製品導入を検討

### 今後

- 現地企業と販売・据付・メンテナンスにおける技術提携を行う
- 廃食用油調達先の多角化を目指す
- ロスバーニョス市を含む製品導入先の確保

## はじめに

### 調査概要

#### 1. 本調査の背景・目的

##### 1) 背景

フィリピンは、1人当たりGDPは2013年時点で2,756ドルとなり<sup>4</sup>、初等教育や母子保健以外の分野についてはミレニアム開発目標（MDGs）の達成が見込まれている中所得国である。同国は、豊富で安価な若年労働力を有し、かつ国民全般に高い英語力を有するなど、高い経済成長のポテンシャルを持つが、急速な経済発展と都市化による環境汚染と、その対策への行政対応の遅れが課題とされてきた。これまでの行政能力向上や施設整備など多くの取り組みにより一部地域では改善もみられたが、水質汚染や大気汚染は深刻化しており、住民の健康被害や各種産業での経済的損失が懸念されている。

また、石油をほぼ全量輸入に頼っているため<sup>5</sup>、フィリピン政府は、バイオ燃料の導入に積極的に取り組んでおり、2007年からバイオディーゼル1%混合（B1）、2009年から2%混合燃料（B2）の使用を義務付けている。更に「National Biofuels Program 2013-2030」において、2025年にはバイオディーゼル20%混合燃料（B20）の義務化が計画されている。現状、バイオディーゼルは国内で豊富に生産されているヤシ油（ココナッツオイル）を原料に十分な供給能力があり、需要に見合った生産が行われている。但し、将来的に混合率を上げていくにあたっては、現在のヤシ油を原料とする体制を主体としながらも、廃食油の利用など原料の多様化への取り組みを進めている。

##### 2) 目的

本調査は、上記背景に顧み、廃食油利用型バイオディーゼル（BDF）精製機器の導入による地産地消型BDF生産システム構築を目指すものである。提案製品である廃食油利用型BDF精製機器（ワンダー100、国内販売価格280万円）は、小型の製品であり、台数の調整により処理量の増加に対応できる。本調査では、フィリピンにおいて廃食油を回収し、ワンダー100にてバイオディーゼルに精製後、公用車や地域の公共交通機関（ジブニー）で利用する地産地消型BDF生産事業の現地における事業経済性を確認する。具体的には、未処理のまま廃棄されている一般家庭の食用油、および飲食店や公共施設など事業者から大量に排出される食用油を回収し、BDFに再生したうえで、公用車での利用や公共交通機関の一つであるジブニーの燃料としてバイオディーゼル100%（B100）で再利用するシステムの導入を目指す。この地産地消型BDF生産事業を導入することで、主に以下の3点の効果が期待できる。①水質汚染対策：現在未処理のまま河川に廃棄されている家庭からの廃食油を回収することで水質汚染負荷を削減する。②大気汚染対策：バイオディーゼル100%の燃料を利用することによりディーゼルエンジン車両の排気ガスに含まれる黒煙を軽減する。③地方行政のインフラ整備能力の向上：本案件を通じ、地域に根ざした環境施策を経験することで地方行政当局の能力向上を図る。

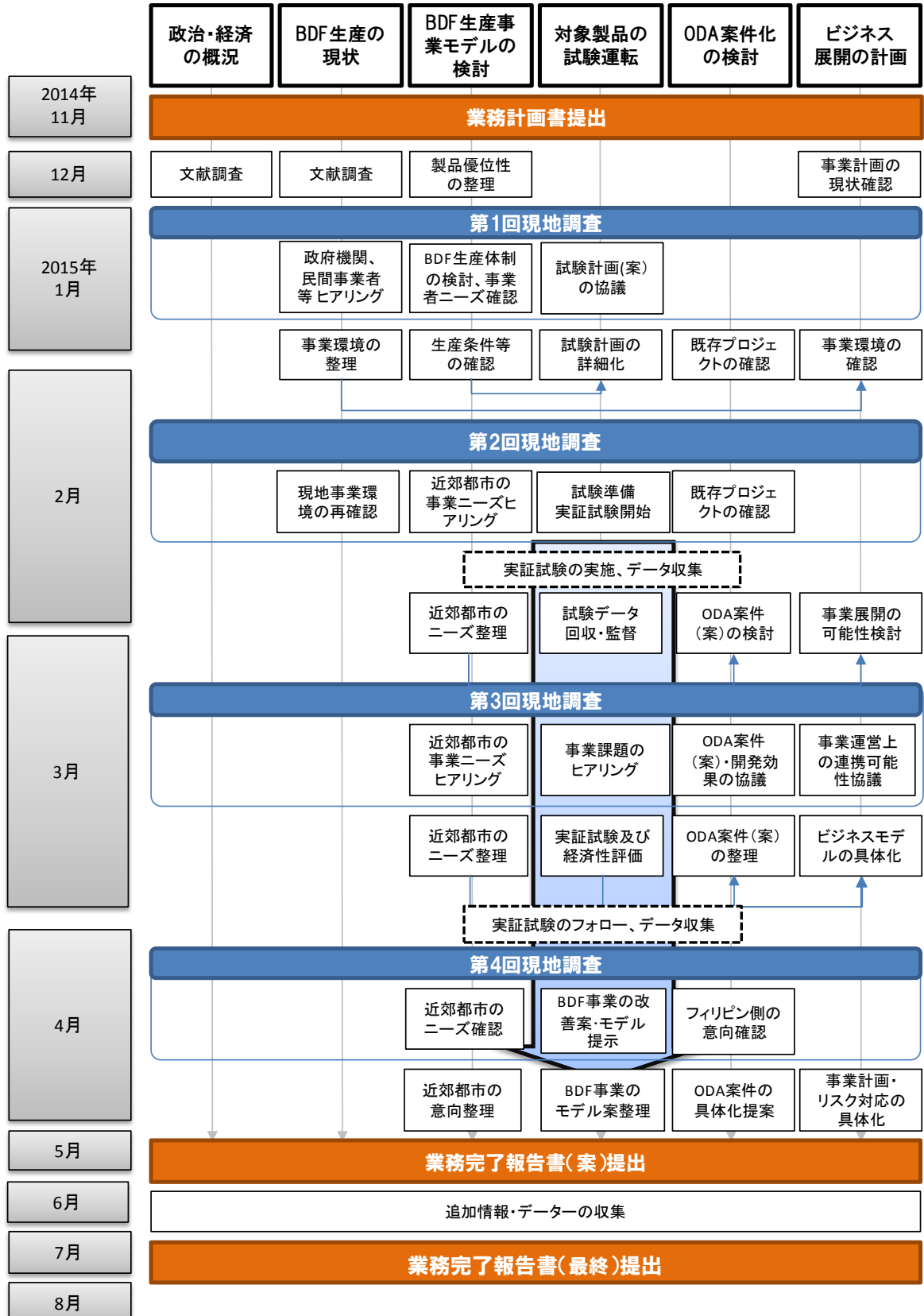
<sup>4</sup> Philippine Statistics Authority, "2014 Philippine Statistical Yearbook", 2014

<sup>5</sup> IEA, "Energy Balances of Non-OECD Countries"によれば、2012年には原油の国内消費量8,713,000オイル換算トンに対して、8,572,000オイル換算トンを入力に依存している。

## 2. 調査概要

### 1) 調査フロー

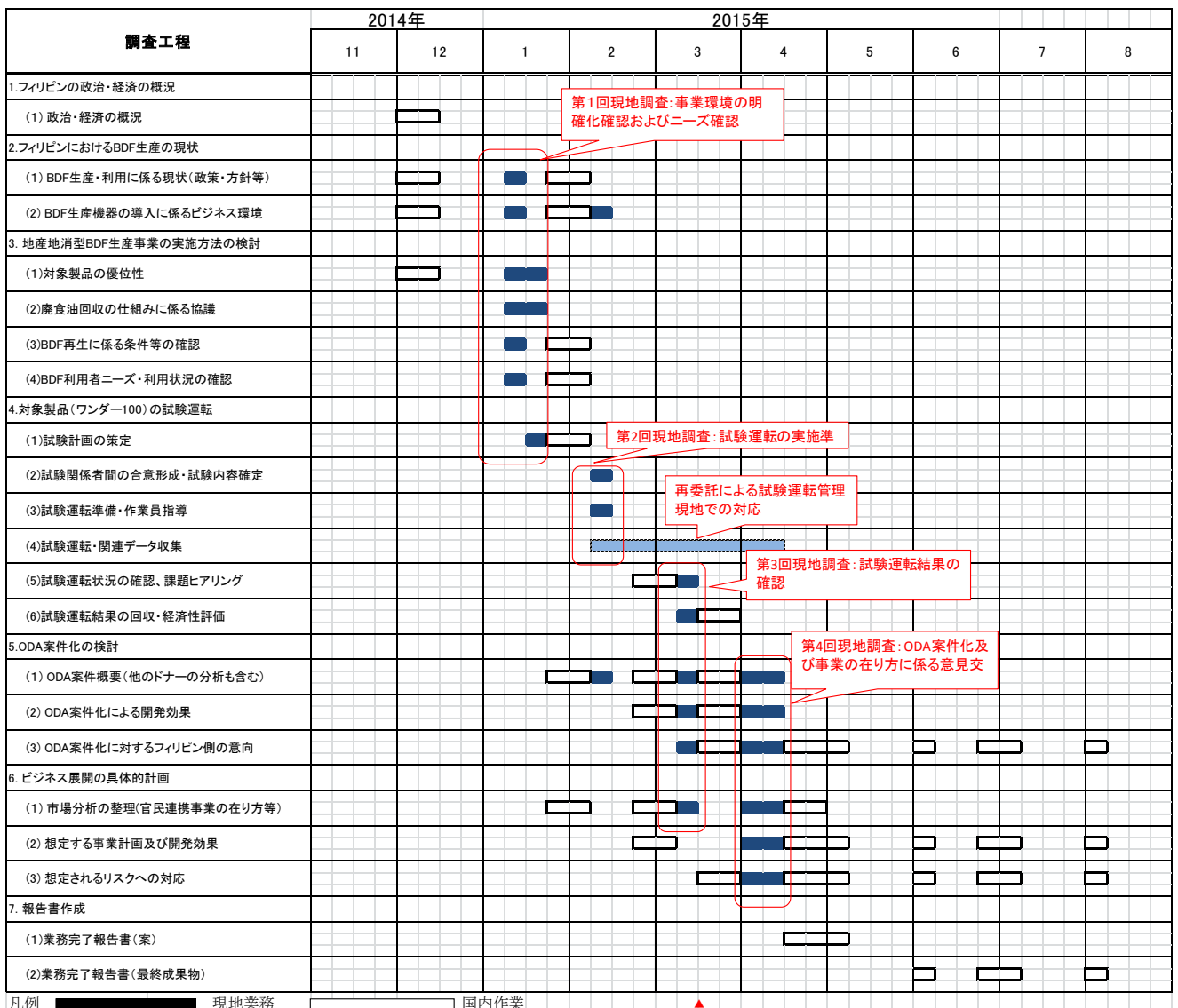
調査期間である2014年11月から2015年8月までに、4回の現地調査を実施し、簡易的な実証試験を2015年2月から4月にかけて実施した。



2) 作業工程

各現地調査の概要は以下のとおり

現地調査	期間	調査概要
第1回現地調査	2015年1月13日～24日	事業環境の明確化確認およびニーズ確認
第2回現地調査	2015年2月8日～18日	試験運転の実施準備
第3回現地調査	2015年3月8日～18日	試験運転結果の確認および近隣都市の意向確認
第4回現地調査	2015年4月5日～18日	ODA案件化及び事業の在り方に係る意見交換



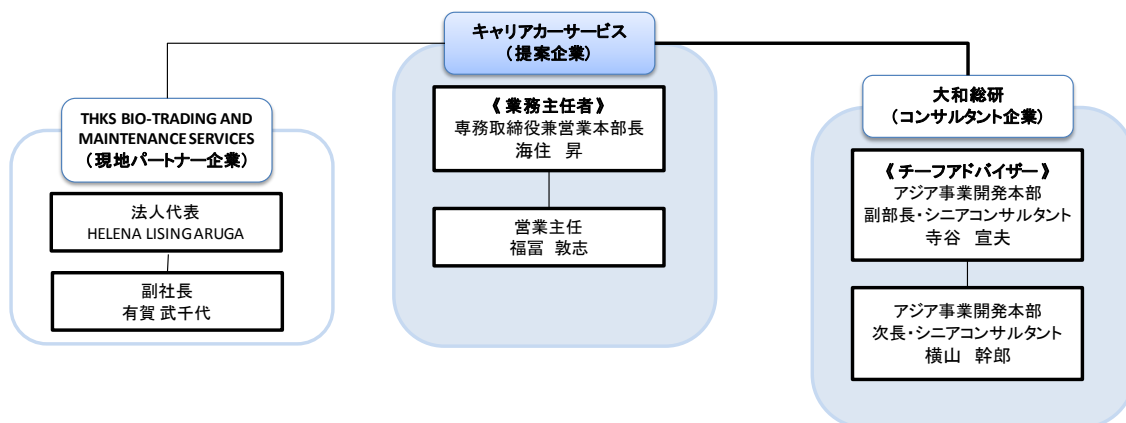
### 3. 調査実施体制

#### 1) 調査団員

氏名	所属先	部署	担当業務
海住 昇	株式会社 キャリアカーサービス	専務	業務主任者
福富 敦志	株式会社 キャリアカーサービス	マネージャー	BDF 製造管理・ 技術指導
寺谷 宣夫	株式会社大和総研	アジア事業開発本部 シニアコンサルタント	チーフアドバイザー
横山 幹郎	株式会社大和総研	アジア事業開発本部 シニアコンサルタント	市場調査

#### 2) 実施体制

提案企業である株式会社キャリアカーサービスを中心に、外部人材として株式会社大和総研、また現地での再委託先として、THKS BIO-TRADING AND MAINTENANCE SERVICES を活用し、調査を実施した。



# 第1章 対象国の現状

## 1.1 対象国の政治・社会経済状況

### 1.1.1 フィリピン国の政治・社会経済の概要

フィリピン共和国（以下、フィリピン）は7,109の島からなる東南アジアの群島国家である。東側をフィリピン海、西側は南シナ海、南側はセレベス海に面している。国土面積は299,404km<sup>2</sup>で、北部は首都マニラを含むルソン地域、中部はセブを中心とするビサヤ地域、南部は、ダバオを中心とするミンダナオ地域に大別される。行政区域は、14の行政区(Region)と、メトロマニラと呼ばれるマニラ首都圏（National Capital Region, NCR）、コルディリェラ行政地域(Cordillera Administrative Region, CAR)および、イスラム教徒ミンダナオ自治地域（Autonomous Region in Muslim Mindanao, ARMM）の計17の区域からなる。



図 1-1 フィリピン地図

出所)「白地図、世界地図、日本地図が無料」より作成

政治体制は、行政府の長である大統領を元首とする立憲共和制である。現在の国家元首は、2010年6月に就任したベニグノ・アキノ3世である。腐敗対策を重要課題として注力してきた現大統領の政策運営に対する評価は国内外から高く評価されているが、大統領の任期は6年で再選は禁止されているため、現大統領の任期は、2016年6月末日までとなる。

フィリピンの経済は、2011年に外需低迷による成長率鈍化があったものの、2012年以降 ASEAN 主要国の中では最も高い GDP 成長率を達成している。GDP 成長率は、2012年の6.8%から、2013年には7.2%と加速した。尚、2014年は、政府支出に遅れが発生し、GDP 成長率は1~9月では前年同期比で5.8%と低迷したものの、国内消費が順調に拡大したことから最終的には6.1%と前年比で若干の減速となった<sup>6</sup>。



出所) IMF, "World Economic Outlook Database"

図 1-2 アセアン主要国の GDP 成長率推移

フィリピンの GDP は、産業別にみると、サービス業が約 57%、鉱工業が約 33%、農林水産業が約 10%を構成し、サービス業が最大の産業である<sup>7</sup>。

地域別には、首都マニラの周辺地域(行政区:NCR)が全国の37%を占め、最大の経済地域であり、次いでマニラに隣接するカラバルゾン(行政区:IV-A)が16%と、これら2地域で全国のGDPの半分以上を構成している。これら地域別GDPの構成は、2009年以降大きな変化はみられない。

また、一人あたりGDPは、マニラ周辺部(行政区:NCR)が34万PHPと全国平均(11万PHP)の3倍程度と圧倒的に高く、次いでコルディリェラ行政地域(行政区:CAR)とカラバルゾン(行政区:IV-A)が全国平均を若干上回る水準にある。一方でそれ以外の大半の地方部は平均を2割以上下回る水準にあり、都市部と地方部との所得格差は大きい。

<sup>6</sup> IMF, "World Economic Outlook Database"

<sup>7</sup> Philippine Statistics Authority, "2014 Philippine Statistics Yearbook", Gross Regional Domestic Product By Industrial Origin, Percent Distribution, at Constant 2000 price



表 1-1 地域別 GDP 構成比と一人あたり GDP

地域	地域別GDP 構成比	一人あたり GDP(PHP)※ 1
NCR National Capital Region	37%	342,170
CAR Cordillera Administrative	2%	133,413
I Ilocos	3%	72,677
II Cagayan Valley	2%	61,800
III Central Luzon	9%	93,745
IV-A CALABARZON	16%	135,579
IV-B MIMAROPA	2%	64,137
V Bicol	2%	42,206
VI Western Visayas	4%	61,325
VII Central Visayas	6%	101,862
VIII Eastern Visayas	2%	58,451
IX Zamboanga Peninsula	2%	63,643
X Northern Mindanao	4%	95,655
XI Davao Region	4%	97,037
XII SOCCSKSARGEN	3%	75,061
XIII Caraga	1%	51,146
ARMM Muslim Mindanao	1%	29,608

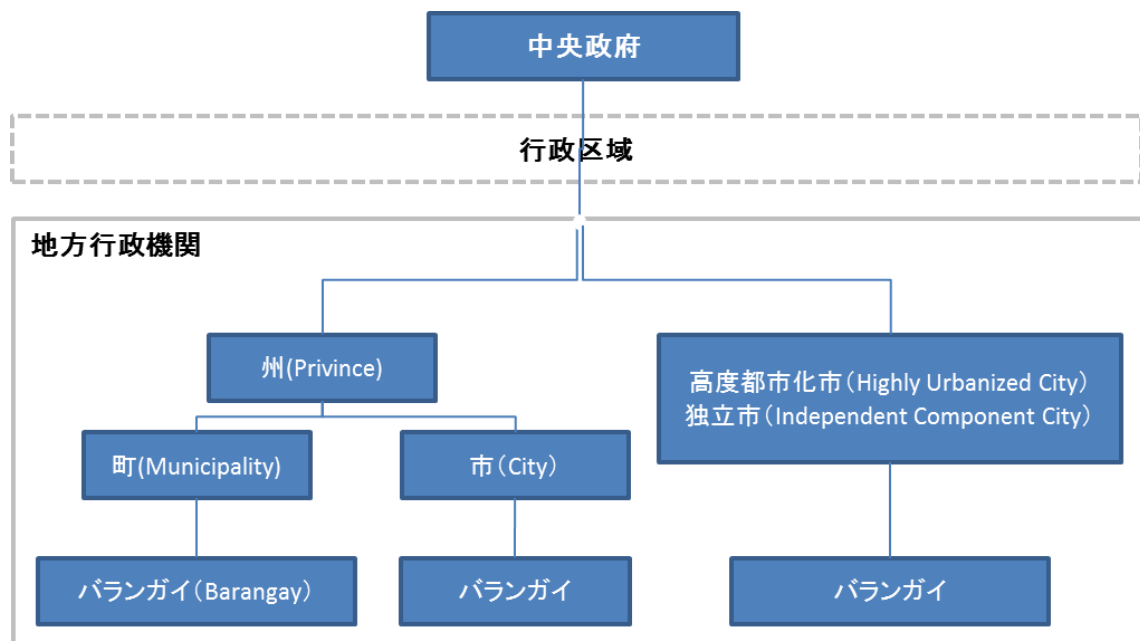
※ 1 全国平均は117,603PHP

※共にGDPは2013年：Current Priceを利用

出所) Philippine Statistics Authority, ” 2014 Philippine Statistical Yearbook ”

地方の行政単位としては、州 (Province)、市 (City)、町 (Municipality)、バラングイ (Barangay) の4つがある。州は市と町から構成され、市と町は最小の自治組織であるバラングイから構成される。また一部の市は、高度都市化市 (Highly Urbanized City) または、独立市 (Independent Component City) という州に属さない行政単位となっている。

図 1-3 フィリピンの行政単位の構造





なお、フィリピンにおいては、1991年の内務自治法により、地方自治体に与えられてきた自治権が大幅に拡大した。公的サービスの機能を地方自治体が管轄になったことに伴い、税収の配分<sup>8</sup>も増額されている。

2014年末での各行政単位の数は以下ようになる。

表 1-2 フィリピンの行政単位数

行政区域	17
州 (Province)	81
市 (City)	144
町 (Municipality)	1,490
バランガイ (Barangay)	42,029

出所) Philippine Statistics Authority – National Statistical Coordination Board, ” PROVINCIAL SUMMARY NUMBER OF PROVINCES, CITIES, MUNICIPALITIES AND BARANGAYS, BY REGION As of December 31, 2014”

### 1.1.2 ラグナ州の政治・社会経済の概要

#### 1) ラグナ州の概況

ラグナ (LAGUNA) 州は、ルソン島南部に位置し首都マニラに隣接する州である。北部をフィリピン最大の湖でマニラ地域の水源であるラグナ湖南岸に接し、南部は山岳 (休火山) 地域となっている。行政区IV-A のカラバルゾン (CALABARZON) 地区に属する5つの州のひとつである。

州の首都はサンタクルス (Santa Cruz) 町であり、州の人口規模は全国第6位の2,669,847人<sup>9</sup>と、フィリピン全人口の3%を構成するフィリピンの主要な州である。州は6つの市 (city) と24の町 (municipalities)、674のバランガイから構成される。

町は人口や経済規模が大型化すると市に変更される。ラグナ州内の6つの市は、いずれも人口が20万人を超える大都市であり、地理的にはマニラ首都圏に近くラグナ湖の西側に集中し、工業化も進んでいる。それ以外の24の町については、BLGF (地方自治財務局) による所得分類によれば、地方政府独自の歳入水準に応じて、第1クラスの町から、第5クラスの町までに分類され<sup>10</sup>ており、歳入水準の最も高い第1クラスには、州都のサンタクルス町とロスバーニョス町のみが属している。また最も歳入の低い第6クラスの町はラグナ州には存在していない。

<sup>8</sup> 内国歳入割当金 (IRA: Internal Revenue Allotment) とよばれ、地方自治体の歳入の約6割 (平均) を構成する。配分方法は地方自治体の面積や人口等に応じて交付金が計算される仕組みとなっている。

<sup>9</sup> National Statistics Office, ” Census of Population and Housing ” , 2010

<sup>10</sup> BLGF, DEPARTMENT ORDER No. 23-08 (July 29, 2008) により4年に一度分類が見直される。最近の改定は2015年2月。

表 1-3 地方自治体（町レベル）の所得クラス及びラグナ州の町

所得クラス	平均年間歳入 <sup>11</sup>	ラグナ州の町
第1クラス	5,500万 PHP 以上	SANTA CRUZ, LOS BAÑOS の2町
第2クラス	4,500万 PHP 以上、5,500万 PHP 未満	CALAUAN, NAGCARLAN, BAY, SINILOAN の4町
第3クラス	3,500万 PHP 以上、4,500万 PHP 未満	CAVINTI, PAGSANJAN, ALAMINOS, PILA, LUMBAN, KALAYAAN の6町
第4クラス	2,500万 PHP 以上、3,500万 PHP 未満	LILIW, SANTA MARIA, PANGIL, MAGDALENA, VICTORIA, MAJAYJAY, PAETE, LUISIANA の8町
第5クラス	1,500万 PHP 以上、2,500万 PHP 未満	PAKIL, RIZAL, FAMY, MABITAC の4町
第6クラス	1,500万 PHP 未満	該当なし

※上記は町についての所得クラスであり、州や市については別の定義がある。

出所) DOF, ” DEPARTMENT ORDER No. 23-08 (July 29, 2008) , Income Classification (updated 2-15-2015) ” 等より作成



図 1-4 ラグナ州地図

<sup>11</sup> 年間収入は、地方政府が独自で確保している歳入を指し、IRA 等の外部からの歳入は含まない。

現在のラグナ州知事は、Ramil L. Hernandez (Nacionalista Party) 氏である。同氏は、2013年の知事選挙で副知事として当選したが、2014年5月に当時の知事であるE.R. Ejercitoが選挙違反の裁決により辞任した際に、知事に就任した。現在の任期は2016年5月までとなっている。

経済面では、フィリピンでは州ごとのGDPが公開されていないことから、ラグナ州が属するカラバルゾン地域の産業構造を概観する。農林水産業の割合は約6%と、全国平均の10%に比べ低い水準にある。一方、鉱工業は約61%と同地域の最大の産業セクターであると同時に全国平均の約33%に比べて非常に高い構成比を示し、フィリピンで最も産業化の進んだ地域のひとつといえる。尚、全国では約57%を構成するサービス業は、同地域では約33%と全国平均に比べ低い水準にある。

同地域は、フィリピン全国で108箇所の工業団地の内、約4割の42箇所の工業団地を抱え<sup>12</sup>、製造業がもっとも盛んな地域である。その中でもラグナ州は16の工業団地を抱え、自動車関連企業が完成車メーカーから部品メーカーまで幅広く進出しており自動車産業が最も盛んな地域となっている。

表 1-4 カラバルゾン地区と全国の GDP 構成比

産業(2013年,% )	カラバルゾン 地区	全国
I. 農業、林業、水産業	6.1	10.4
a. 農林業	4.5	8.5
b. 水産業	1.6	1.9
II 鉱工業	61.1	32.8
a. 鉱業	0.2	1.1
b. 製造業	52.8	22.7
c. 建設業	4.9	5.6
d. 電気・ガス・水道	3.3	3.3
III サービス業	32.7	56.8
a. 輸送、倉庫、通信	6.5	7.5
b. 輸送用機器・日常品の販売・修理	7.7	16.5
c. 金融	3.6	7.1
d. 不動産業	8.8	10.9
e. 行政サービス・防衛・社会保障	1.2	4.2
f. その他サービス	4.9	10.5
合計	100.0	100.0

出所) Philippine Statistics Authority, "Gross Regional Domestic Product"

<sup>12</sup> 日本アセアンセンター、「フィリピンの工業団地リスト」(2015年4月15日時点)

[[www.asean.or.jp/ja/invest/about/country\\_info/philippines/invest\\_info/industrialestate.html](http://www.asean.or.jp/ja/invest/about/country_info/philippines/invest_info/industrialestate.html)]

## 2) ロスバーニョス町の概要

本調査の対象地域となるロスバーニョス町は、ラグナの州の中央に位置しカランバ市とベイ町に隣接する、面積 54.22 平方キロ、人口 101,884 人(2010 年)の町であり、14 のバラングアイから構成されている。バラングアイの内、4 つのバラングアイは約 1 万人程度とある程度の規模があるものの、人口 5,000 人に満たない小規模なバラングアイも複数存在する。バラングアイは上述のように最少単位の行政組織として、地域住民の生活に直接的に影響する行政活動の執行を担っており、家庭からの廃食油の回収にあたっては、協力体制を構築する必要がある。

表 1-5 ロスバーニョス町に含まれるバラングアイと人口

バラングアイ名	人口
Mayondon	16,181
San Antonio	13,173
Batong Malake	11,884
Bayog	9,671
Putho Tuntungin	8,692
Anos	7,446
Bambang	7,021
Maahas	6,800
Malinta	6,258
Timugan (Pob.)	5,279
Lalakay	4,253
Tadlak	3,342
Baybayin (Pob.)	1,307
Bagong Silang	577

出所) National Statistics Office, "Total Population by Province, City, Municipality and Barangay: as of May 1, 2010, 2010 Census of Population and Housing"

## 3) ラグナ州におけるロスバーニョス町の位置づけ

ラグナ州は 6 つの市と 24 の町から構成され、6 つの市は産業化が進んでおり人口も 20 万人を超える大都市である。ロスバーニョス町は、州都であるサンタクルス町(110,943 人)と人口もほぼ同等で、地方自治体の所得クラスから見て最も上位の第 1 クラスに属する重要な地域として位置づけられる。

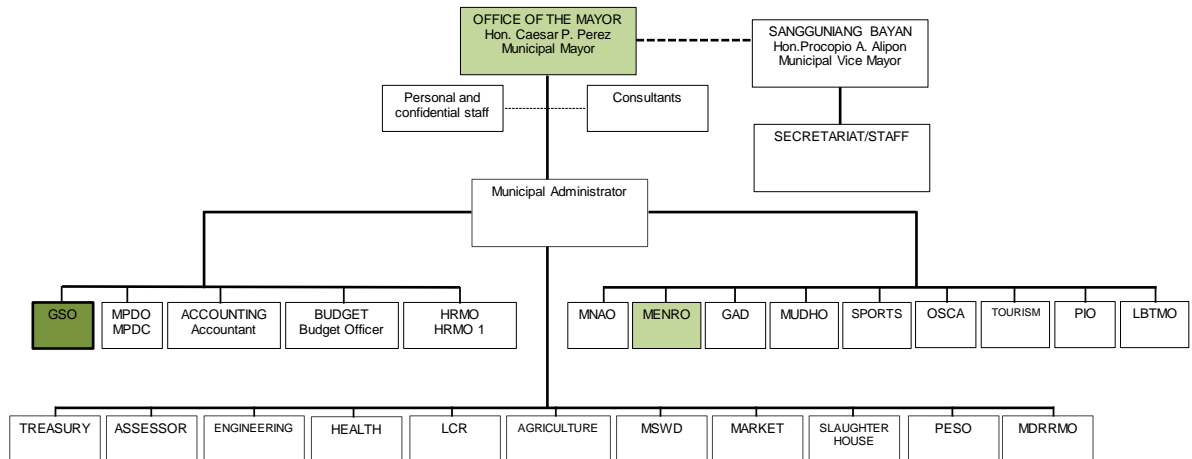
町の年間財政規模は、2013 年で約 2 億 200 万 PHP の歳入に対して、歳出は約 1 億 8,000 万 PHP と財政収支は黒字となっている。歳入の内、地方政府独自の歳入は 8,390 万 PHP で、残り 1 億 1800 万 PHP は内国歳入割当金(以下、IRA)からの外部資金であり、IRA の歳入に占める割合は 58%程度と、ラグナ州の町の中では最も低い水準にある<sup>13</sup>。

<sup>13</sup> BLGF, "STATEMENT OF RECEIPTS AND EXPENDITURES CY2013", 2014

4) ロスバーニョス町の組織

行政組織は、町長の Caesar P. Perez 氏と、副町長兼立法部門（SANGGUNIANG BAYAN）長に加え、傘下の 26 部門から構成される。町の職員は 700 名程度である。

現在の町長は Caesar Perez 氏（Lakas-Christian Muslim Democrats）である。同氏は、2001 年に同町に属するバラングイ長から町長に就任して 3 期 9 年を勤めたのち、2010 年 6 月からはラグナ州の副知事を 3 年間務めた。2013 年 6 月のロスバーニョス町の選挙で再度町長となり、現在は 61 歳である。



出所) ロスバーニョス町提出資料

図 1-5 ロスバーニョス町の組織図

本調査の開始にあたっては、市長が高い関心を示し、関連性の高い部門として町の組織として MENRO と GSO を紹介された。調査を通じて意見交換、後述する検証活動を行った。

(1) MENRO : Municipal Environment and Natural Resources Office : 天然資源環境担当官

町の活動について環境セクターの行政管理・執行を行う責務を負う地方自治体職員。同町の廃棄物管理システムの運営面では、町長と並んでその計画立案に中心的な役割を果たしている。本件の目的・内容に高い関心を持ち、事業主体となるロスバーニョス町が環境影響評価にかかる対象外証明(CNC)を取得することになる旨の説明を受けた。

(2) GSO : General Service Office : 一般業務部

町が担当する様々な業務の一部として、実際に町内の廃棄物管理システムの運営部門が属する組織。本件の検証実験では、町長の指示により、廃食油の回収、BDF の生産から廃棄物回収車を用いた利用までを一貫して担当した。

5) 研究学園都市としての位置づけ

同町には、アメリカ植民地時代の 1909 年にフィリピン農業大学（University of the Philippines College of Agriculture (UPCA) : 現、フィリピン大学ロスバーニョス校）が設立されて以降、大学や研究所が集中して存在する研究学園都市として広く知られている。

1982 年には、当時の大統領フェルディナンド・マルコスから、“特別大学区(A Special University

Zone)” の名称が与えられた<sup>14</sup>。更に 2000 年にはフィリピン自然科学特別市 (Special Science and Nature City of the Philippines) の名称が与えられる<sup>15</sup>など、国内外に農業開発と自然保護のための科学技術センターとして認められるようになった。

現在、同町には、国内研究機関として、フィリピン稲研究所、フィリピン水牛センター、東南アジア教育大臣機構傘下の農学分野の大学院教育地域センター (SEAMEO-SEARCA)、環境省のエコシステム研究開発局が施設を持つほか、国際的な機関として、国際稲研究所、東南アジア諸国連合生物多様性センターなどが同地に設立されており、1 万人以上の大学生、研究生、専門家が滞在しているといわれる。

## 1.2 対象国の対象分野における開発課題

フィリピンでは、急速な経済発展と都市化による人口集中を受けた環境汚染と、その対策への行政対応の遅れが課題とされてきた。これまでの行政能力向上や施設整備など多くの取り組みにより一部地域では改善もみられたが、水質汚染や大気汚染は深刻化しており、住民の健康被害や各種産業での経済的損失が懸念されている。

### 1.2.1 水質汚染

同国の環境分野における開発課題としては、深刻な環境汚染が挙げられる。なかでも水質汚染 (BOD 負荷) 発生源は、1/3 が一般家庭とされている<sup>16</sup>。汚水や台所・風呂・洗濯からの生活排水に含まれる有機性汚水が、汚染を深刻化させている。特に、調査対象地域が接するラグナ湖では、汚染発生源の 77% が生活排水とされており、より深刻な状況にある<sup>17</sup>。特に、同国では伝統的に調理において油 (主としてココナツ油) を多用する傾向があり、台所の排水には多量の廃食油が含まれている。また汚染された河川水を洗濯などに利用した場合や、汚水が混入した地下水を水源とする住民の多くが健康被害を被っているほか、養殖等の商業活動への影響も懸念される。

水質汚染に対しては、2004 年に水質浄化法 (Philippine Clean Water Act : RA9275) が施行されている。加えてその細則として DENR が DAO 2005-10 を 2005 年に規定している。また水にかかる規準は、1990 年の規則である DAO 1990-34 及び DAO1990-35 が利用されている。

DENR が制定した DAO 1990-34 では、水域の用途に応じた水域と各水域における水質基準が定められている。具体的には、河川・湖水・貯水湖等淡水域については 5 種類 (AA, A, B, C, D)、沿岸・海域等の海水域については、4 種類 (SA, SB, SC, SD) が定められている。水域の定義と水域ごとの水質規準は以下のとおりとなる。

<sup>14</sup> Letter of instruction No. 883, 15 June 1982

<sup>15</sup> Presidential Proclamation No. 349, 7 August 2000

<sup>16</sup> DENR EMB, “National Water Quality Status Report 2001-2005”, 2007, P. 1

<sup>17</sup> Ibid., P. 23



表 1-6 フィリピンにおける水域の定義

水域	水域区分	用途
淡水域	Class AA	公共用水 1級：基本的に無人もしくは保護地区の水源に対して、規定された消毒方法のみで、フィリピン飲料水国家基準（NSDW）を満たすもの
	Class A	公共用水 2級：NSDWを満たすために、完全な処理(凝集、沈殿、濾過、消毒)を必要とする水源
	Class B	レクリエーション用水1級：主に、(観光目的の)水浴び、水泳、スキンドайビングなどの(直接水に触れる)レクリエーション用
	Class C	1)水産業用水：魚類及びその他の繁殖・生育を目的とした水産業用 2)レクリエーション用水2級（ボートなど） 3)工業用水1級（処理後に製造工程での利用する目的）
	Class D	1)農業、灌漑、畜産用 2)工業用水2級（例：冷却など） 3)その他の内水
海水域	Class SA	1)商業(水産業)目的の貝・甲殻類の養殖、生育、繁殖用水 2)観光地域、国立海浜公園、大統領令1801号(既存法律および/または、適切な政府機関の宣言)で指定された指定保護区 3)法律及び関連機関により指定されたサンゴ礁公園、保護区
	Class SB	1)レクリエーション用水1級：主に水浴び、水泳、スキンドайビングなどのレクリエーション用 2)水産用水1級：“Chanos chanos”、“Bangus(ミルクフィッシュ)”及び類似種の繁殖を目的
	Class SC	1)レクリエーション用水2級（ボートなど） 2)水産用水2級（商業及び食用のための釣り） 3)魚類及び野生生物の保護区として指定された湿地・マングローブ地帯
	Class SD	1)工業用水2級（例：冷却など） 2)その他の沿岸及び海域の水

出所) DENR, “DAO 1990-34”

表 1-7 水域ごとの水質基準

		淡水域					沿岸海域			
		Class AA	Class A	Class B	Class C	Class D	Class SA	Class SB	Class SC	Class SD
色	PCU	15	50	(c)	(c)	(c)	(c)	(c)	(c)	(c)
温度 (摂氏、上昇分)	°C rise		3	3	3	3	3	3	3	3
pH		6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0	6.5-8.5	6.5-8.5	6.5-8.5	6.0-9.0
溶存酸素量(DO)	mg/L	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
BOD (5日、20°C)	mg/L	1	5	5	7(10)	7(10)	3	5	7(10)	-
全浮遊物 (TSS)	mg/L	25	50	(f)	(g)	(h)	(f)	(g)	(g)	(h)
全溶解物 (TDS)	mg/L	500 <sup>(i)</sup>	1000 <sup>(i)</sup>	-	-	1000 <sup>(i)</sup>	-	-	-	-
界面活性剤 (MBAS)	mg/L	nil	0.2(0.5)	0.3(0.5)	0.5	-	0.2	0.3	0.5	-
油分(エーテル抽出法)	mg/L	nil	1	1	2	5	1	2	3	5
硝酸性窒素	mg/L	1.0	10.0	nr	10.0 <sup>(j)</sup>	-	-	-	-	-
リン酸塩	mg/L	nil	0.1 <sup>(k)</sup>	0.2 <sup>(k)</sup>	0.4 <sup>(k)</sup>	-	nil	0.01	(1)	-
フェノール類	mg/L	nil	0.002	0.005	0.02	-	-	-	-	-
全大腸菌	MPN/100mL	50 <sup>(m)</sup>	1000 <sup>(m)</sup>	1000 <sup>(m)</sup>	5000 <sup>(m)</sup>	-	70 <sup>(m)</sup>	1000 <sup>(m)</sup>	5000 <sup>(m)</sup>	-
内、糞便大腸菌群	MPN/100mL	20 <sup>(m)</sup>	100 <sup>(m)</sup>	200 <sup>(m)</sup>	-	-	nil	200 <sup>(m)</sup>	-	-
塩素 (Cl)	mg/L	250	250	-	350	-	-	-	-	-
銅	mg/L	1.0	1.0	-	0.05 <sup>(o)</sup>	-	-	0.02 <sup>(o)</sup>	0.05 <sup>(o)</sup>	-

(c) 自然以外の原因による異常な変色が無いこと

(f) 30%以上の増加が無いこと

(g) 30mg/L以上の増加が無いこと

(h) 60mg/L以上の増加が無いこと

(i) 自然の環境による濃度が高い場合には適用せず、ベースラインとして使用

(j) 湖や貯水湖と同様の貯水に適用

(k) 湖や貯水湖に対しては、リン酸塩は、平均で0.05mg/L、最大で0.1mg/Lを超えてはならない

(m) 3ヶ月間の最確数の幾何平均を参照し、期間中に採取されたサンプルの20%が基準値を超えてはならない

(o) 溶解銅の値

nil:極めて低濃度で既存の機器では検出できないこと

nr:推奨値なし

出所) DENR, “DAO 1990-34”

また、DAO 1990-35 では、水域毎の排水規準 12 項目と有害物質 8 項目の水準が定められている。

表 1-8 水域との排水規準

		保護水域				淡水域				沿岸海域		Class SD 及びその他沿岸海域	
		Category I(Class AA & SA)		Category II (Class A & SB)		Class C		Class D		Class SC		既設	新設
		既設	新設	既設	新設	既設	新設	既設	新設	既設	新設		
色	PCU	(b)	(b)	150	100	200(c)	150(c)	---	---	(c)	(c)	(c)	(c)
温度 (摂氏、上昇分)	℃ rise	(b)	(b)	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
pH		(b)	(b)	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	6.5-9.0	5.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	6.0-9.0	5.0-9.0	5.0-9.0
COD	mg/L	(b)	(b)	100	60	150	100	250	200	250	200	300	200
沈殿性物質(1時間)	mg/L	(b)	(b)	0.3	0.3	0.5	0.5						
BOD (5日、20℃)	mg/L	(b)	(b)	50	30	80	50	150	120	120	100	150	120
全浮遊物 (TSS)	mg/L	(b)	(b)	70	50	90	70	200	150	200	150	(g)	(f)
全溶解物 (TDS)	mg/L	(b)	(b)	1,200	1,000	-	-	2,000(h)	1,500(h)	-	-	-	-
界面活性剤 (MBAS)	mg/L	(b)	(b)	5.0	2.0	7.0	5.0	-	-	15	10	-	-
油分(エーテル抽出法)	mg/L	(b)	(b)	5.0	5.0	10.0	5.0	-	-	15	10	15	15
フェノール類	mg/L	(b)	(b)	0.1	0.05	0.5	0.1	-	-	1.0(i)	0.5(i)	5.0	1.0
全大腸菌	MPN/100mL	(b)	(b)	5,000	3,000	15,000	10,000	(j)	(j)	-	-	-	-

(b)汚水 および、工場排水の排出は禁止、または許可されていない

(c) 放流水の希釈水域以外の場所で、異常な変色を起こさないこと

(f) 30mg/L以上にならないこと(乾季)

(g) 60mg/L以上にならないこと(乾季)

(i) 魚の臭味色に影響を与える濃度で存在しないこと。

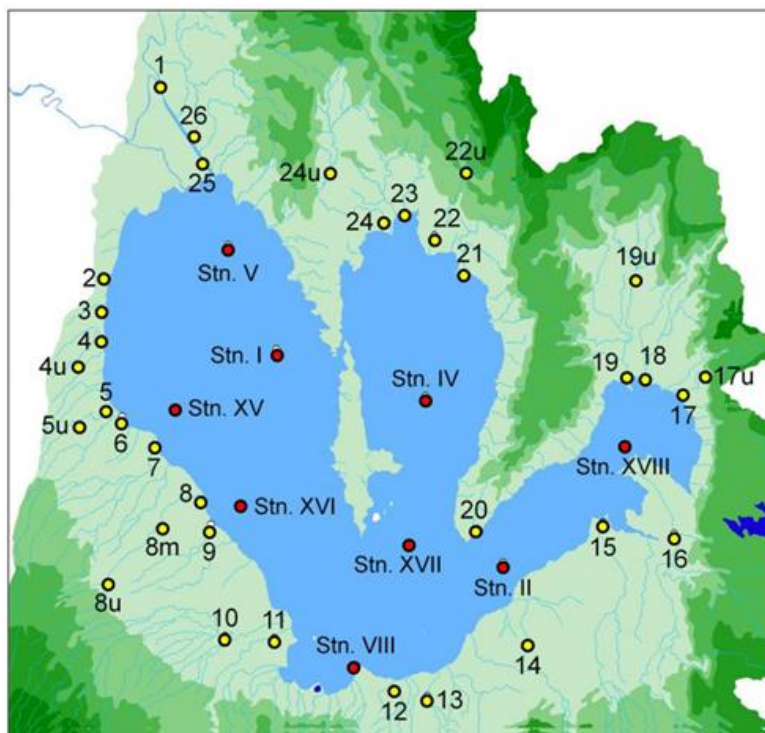
(j)排水が生で食される果物や野菜等の灌漑に利用される場合は、糞便性大腸菌は500MPN/100mL未満でなくてはならない

出所) DENR, “DAO 1990-35”

同国の中でも、産業化が進み人口が集中しているラグナ湖は、重要な環境資源として古くから認識されており、1975年にはLLDAがラグナ湖および周辺地域の社会的・経済的発展にむけた、環境保護の観点や生活環境や生態系の保護、環境汚染や汚染を防止する責務を負う機構として設立された。その後、1993年からは現行のDENR傘下の組織となっているが、湖と河川の水質モニタリング、環境使用税 (Environmental Users Fee) の徴収、河川の再生事業、人材育成等その活動は多岐に渡っている。

同水域の環境は、工業化による工場排水、化学肥料を用いた農業排水等の流入による汚染に加え、生活污水の増加、更には湖での養殖飼料の利用による汚染も増加し、特に沿岸部の水質が悪化し大きな環境問題となった。LLDAでは設立当初より水質モニタリングを開始し、近年もモニタリングポイントを増やしながら調査を継続している。2012年には、湖に9箇所、湖に流れ込む河川に34箇所の調査地点が設けされており、ロスバーニョス町にもモニタリング対象の河川(下図12番:Molawin Creek)が設置されている。





LAGUNA LAKE AND ITS TRIBUTARY RIVERS  
SAMPLING STATIONS

出所) LLDA, “Annual Report”

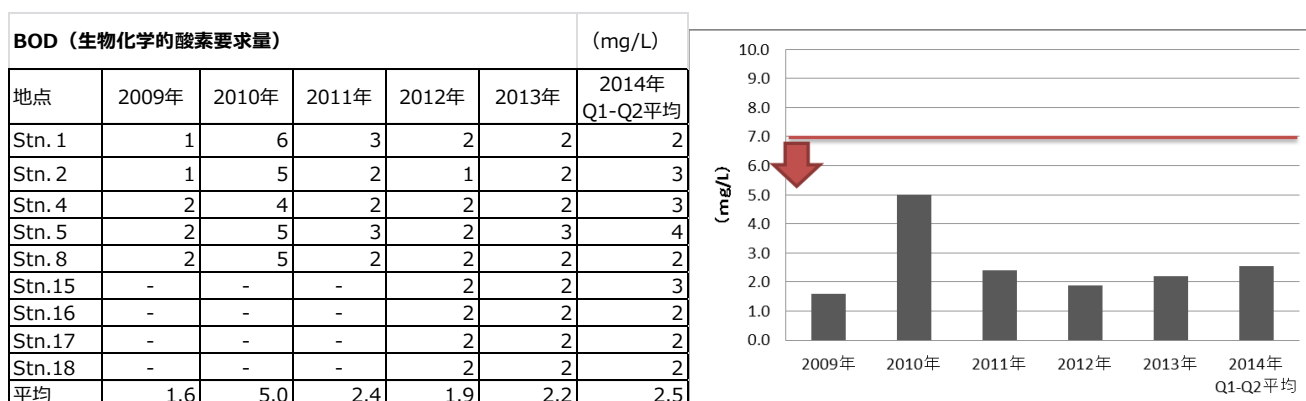
図 1-6 ラグナ湖の水質モニタリング地点

実際に、近年のラグナ湖の水質変化について代表的な水質汚染指標である、BOD（生物化学的酸素要求量）と DO(溶解酸素量)を見ると以下ようになる。尚、ラグナ湖は上述の水質基準における水域として ClassC に属することから、BOD は 7.0mg/L 以下、DO は 5.0mg/L 以上が国の定める水質基準となる。モニタリングの数値では、全期間を通じ、全測定ポイントにおける計測値は国家規準を満たしている。その推移を見ると、BOD 計測値は 2010 年の悪化から 2012 年にかけて急速に回復を見せたが、その後は僅かながら悪化(数値が上昇)が進んでいる。また DO 値は大きな変化無く、基準値(5.0mg/L)を満たす計測値で推移している。

但し、2012 年にはラグナ湖南岸のリザル州とラグナ州で、溶解酸素 (DO) 不足による養殖魚の大量死が発生しており、各種の水質汚染対策を進めていくことが重要である<sup>18</sup>。

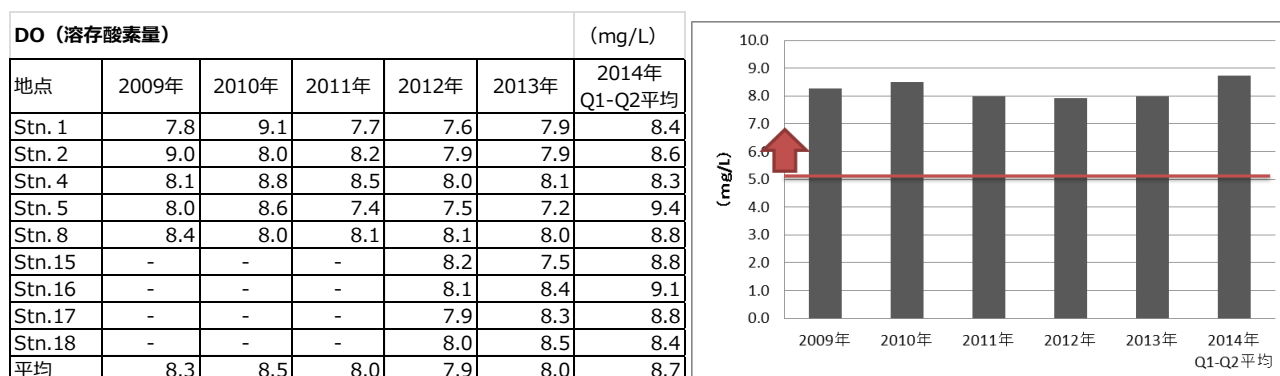
<sup>18</sup> DENR EMB, “National Water Quality Status Report 2006-2013”, 2014, p. 25

表 1-9 ラグナ湖における BOD(生物化学的酸素要求量)推移



出所) LLDA, "Annual Water Quality Report on the Laguna de Bay and its Tributary Rivers 2009-2012", 2013年及び2014年は四半期報告を基に作成)

表 1-10 ラグナ湖における DO(溶存酸素量)推移



出所) LLDA, "Annual Water Quality Report on the Laguna de Bay and its Tributary Rivers 2009-2012", 2013年及び2014年は四半期報告を基に作成)

### 1.2.2 大気汚染

また大気汚染は、自動車の排気に含まれる黒煙が大きな原因とされている。同国のエネルギー需要の27%は交通セクターが占めているが、2035年には42%を構成すると予測され<sup>19</sup>、交通セクターにおける大気汚染削減は非常に重要となる。

同国では、経済の発展、人口の増加、郊外地域の都市化に伴い、自動車の登録台数は一貫して拡大傾向にあり、2003年の430万台から2013年には約770万台と1.8倍に増加しており<sup>20</sup>、当面もこの傾向は継続すると考えられる。また、登録台数に占めるディーゼル車両は、2003年の約128万台から2013年には約181万台と1.4倍に増加した。登録車両全体に占める割合は、2003年の30%から低下する傾

<sup>19</sup> APEC Energy Working Group (EWG). "APEC Energy Demand and Supply Outlook, 5th Edition", 2013, p. 160

<sup>20</sup> Philippine Statistics Authority, "2014 Philippine Statistical Yearbook 13-6", 2014

向にはあるものの、2013年でも24%と依然高い水準にある<sup>21</sup>。また利用される化石燃料の約48%が、公共交通機関で主に利用されるディーゼル燃料とされ<sup>22</sup>、保有台数以上に交通セクターにおけるディーゼル車の存在は大きいと考えられる。

中でも公共交通機関であるトライクとジプニー<sup>23</sup>は庶民の足として幅広く利用されており、主な大気汚染源の一つとされている。全国で20万台以上が稼動するジプニーは、一般に中古のディーゼルエンジンを搭載し、燃焼効率の悪さや排気ガス中の黒煙による大気汚染が問題視されている。

大気汚染の状況について、DENRは1999年に施行された大気浄化法（Philippine Clean Air Act (RA8749, 1999)）に基づき、全国44箇所の計測ステーションでモニタリングを実施している。また、国家環境大気質基準指標を設定し、8つの項目に対し、満たすべき大気質の指標を定めている。

表 1-11 国家環境大気質基準指標

国家環境大気質基準指標			
項目		平均時間	( $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ )
TSP	総浮遊粒子状物	年間	90
		24時間	230
PM <sub>10</sub>		年間	60
		24時間	150
PM <sub>2.5</sub>		年間	35 (2015年)
			25 (2016年)
		24時間	75 (2015年)
			50 (2016年)
SO <sub>2</sub>	二酸化硫黄	年間	80
		24時間	180
NO <sub>2</sub>	二酸化窒素	24時間	150
O <sub>3</sub>	オゾン	8時間	60
		1時間	140
CO	一酸化炭素	8時間	10
		1時間	35
Pb	鉛	年間	1
		3か月間	1.5

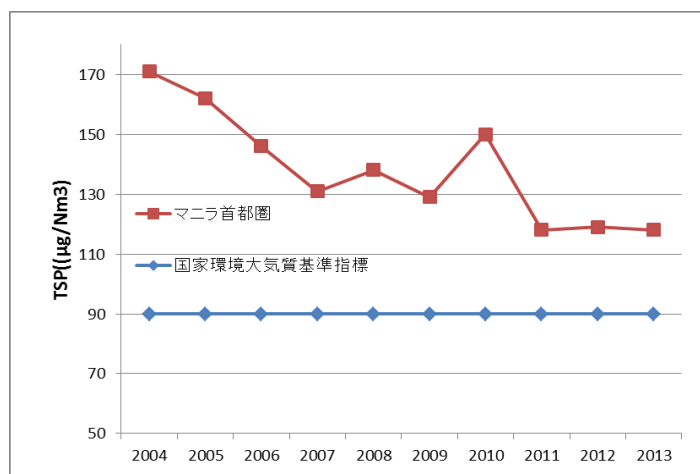
出所) Philippine Clean Air Act (RA8749, 1999)

モニタリング結果は、国家大気質状況報告（National Air Quality Status Report）として隔年で公表されており、最新版の National Air Quality Status Report :2012-2013 によれば、マニラ首都圏地域（NCR）の2004年以降の総浮遊粒子状物（以下、TSP）推移をみると低下傾向にはあるものの、人口密度の高さ、自動車の多さや交通渋滞などを背景に、国家環境大気質基準指標である  $90 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  を大幅に上回る水準で推移している。

<sup>21</sup> Philippine Statistics Authority, “2014 Philippine Statistical Yearbook 13-10”, 2014

<sup>22</sup> USDA, “GAIN Report - Philippines Biofuel Situation and Outlook”, 2013/7/10, p. 4

<sup>23</sup> ジプニーとは、同国全土に普及している乗合タクシーである。第二次世界大戦後、アメリカ軍から払い下げられたジープを改造し利用が始まった。現在は小型トラックに、派手にデコレーションされたボディーを乗せて作られる。幹線を運行するバスに対し、ジプニーは狭路も運行が可能であり生活に密着した交通機関である。



出所) DENR, “National Air Quality Status Report: 2012-2013”, 2014

図 1-7 マニラ首都圏における TSP の推移

このような大気汚染による健康被害の例として、2003年にフィリピン全国で、屋外の大気汚染により100万人以上が病気になり、約15,000人が死亡したという推計<sup>24</sup>がある。またフィリピン保健省が公開している死因順位上位10位には、第4位に肺炎、第7位に慢性下気道疾患が位置づけられて、呼吸器系疾患による死亡は多く、大気汚染による健康被害は大きなものとなっている。

表 1-12 死因順位上位 10 位

	2009年		5年(2004-2008)平均	
	死亡数*	死亡率	死亡数	死亡率
1. 心臓疾患	100,908	109.40	82,290	94.50
2. 血管系疾患	65,489	71.00	55,999	64.30
3. 悪性腫瘍	47,732	51.80	43,185	49.60
4. 肺炎	42,642	46.20	35,756	41.10
5. 事故	35,990	39.00	34,704	39.90
6. 結核	25,470	27.60	25,376	29.20
7. 慢性下気道疾患	22,755	24.70	20,830	24.00
8. 糖尿病	22,345	24.20	19,805	22.70
9. 腎炎、ネフローゼ症候	13,799	15.00	11,612	13.40
10. 周産期死亡	11,514	12.50	12,590	14.50
*10万人あたりの死亡数				

出所) Department of Health, “Leading Causes of Mortality”

大気汚染対策としては環境管理局や陸運局による排気ガス基準適合証明書の発行制度が導入され取得が義務付けられている<sup>25</sup>。このほか地域陸運局 (LTO) や民間排気ガス試験センター (PECT) の機

<sup>24</sup> World Bank”, “The Philippines: Country Environmental Analysis”, 2009

<sup>25</sup> 日本貿易振興機構, 「フィリピンの環境に対する市民意識と環境関連政策」, 2011, 9 頁

能強化や排気ガスの試験基準等の見直しが行われている。

DTI-DOTC Joint Administrative Order 01, Series of 2001	自動車の排気ガス試験センターの認定と認可にかかるガイドライン
Department Administrative Order 03, Series of 2002	民間自動車排気ガス試験センターの DTI 認定の発行にかかる規則と規制
DENR- DTI- DOTC Joint Adminstrative Order No. 1 Series of 2007	民間自動車排気ガス試験センターと陸運局の認定と認可のモニタリングにかかる改正ガイドラインと手続き
DAO 2007-27	改訂排気ガス基準
Department Order 2012-10 - DOTC	自動車の排気ガス試験センターの認定と認可にかかる規則と規制の改訂版

但し、これらの法制度整備にも関わらず排気ガスの改善は容易ではないと考えられる。例えば、マニラ首都圏地域の地方政府と DENR が協力して行った道路沿いでの排気ガス試験では、検査対象車両の内、基準を満たした車両は 2012 年で 17%、2013 年で 21%とともに非常に低い水準<sup>26</sup>で、依然として自動車からの排気ガスは大きな課題であることが伺える。

表 1-13 排気ガス基準の試験結果

(台,%)	2012年	2013年
検査対象車両	82,781	62,821
基準合格車両	14,022	13,461
合格率	17%	21%

出所) DENR, “National Air Quality Status Report: 2012-2013”, 2014, p 72 より抜粋

このほか自動車向け燃料については、DOE の指導の基、新たに LPG や CNG の導入が進められ、電気自動車の導入等も検討されているが、その普及はかなりの年数が必要と想定され、BDF を利用した大気汚染削減効果が期待される。

### 1.2.3 ロスパーニョス町における開発課題

上記の対象国における水質汚染および大気汚染については、ロスパーニョス町も取り組むべき重要な課題として認識している。特に、水質汚染については、町内にはラグナ湖に流入する河川が 7 本もあること、また町の北側のラグナ湖では養殖業が盛んであることから、特に重視している。

現町長である Caesar P. Perez 氏は、2001 年に初めて町長に就任してから一貫して環境問題を重視する姿勢にある。具体的には、同氏の就任以前、同町の固形廃棄物は回収されたまま、ごみ置き場に埋立・放置されたままであったため、廃棄物からの汚水が地下に浸透し水質が悪化するなど、大きな問題となっていた。また 2000 年に制定された「固形廃棄物管理法: Ecological Solid Waste Management Act of 2000 (RA9003)」では、地方自治体に対し、廃棄物のリサイクルへの取り組みと最終処理量の削減を明記していた。これを受けて町長は 2001 年の就任後に、廃棄物の回収と分別にかかるプログラ

<sup>26</sup> DENR, “National Air Quality Status Report: 2012-2013”, 2014, p. 72



ムを作成、および地域住民を含めた組織展開を進めることを町の条例として公布した<sup>27</sup>。当初、その実施は資金・技術・人的資源の不足など様々な困難があったが、町長の指導力と外部有識者等との交流を通じた取組みにより、2004年には廃棄物管理センターの運営を開始した<sup>28,29</sup>。

その後も、継続してプラスチック、スタイロフォーム等の利用削減を町内のレストラン、コンビニエンスストアやファーストフードチェーン等に働きかけ、2008年には町内のビニール袋の利用禁止を同国内で初めて条例化した経験を持ち<sup>30</sup>、非常に高い指導力を有すると同時に、町民からの信頼を得ていると考える。これらの取組みについては、当初より、ロスバーニョス町の環境保護に向けた固形廃棄物管理の長期計画(2005年-2014年)として取りまとめられ、現在は長期計画(2014-2023)<sup>31</sup>に基づき、地域住民と町が協力して取り組むべき各年の実施目標が設定されるとともに、町内に組織した MENRO を中心に、計画に沿った規則の制定や各種のモニタリングの取り組みなどを展開するなど様々な取り組みを進めている。また、同町は、研究学園都市として住民以外にも多くの学生や研究者が集まり、夏期には国内で有名な温泉保養地として観光客も増加するため、公共交通機関であるジブニーも多く、幹線道路の渋滞も見られることから、公共車両での BDF を利用することで、大気汚染削減の告知効果が期待されるとの認識であった。

#### 1.2.4 ボホール州タグビラン市およびパングラオ町における開発課題

ボホール州のタグビラン市・パングラオ町では、水質汚染の悪化が課題となっていることを確認した。ボホール州は、フィリピン中部の中部ビサヤ地方 (Region VII :Central Visayas) を構成する州であり、州都タグビラン市が所在するボホール島に加え、ボホール島南西部でタグビラン市に近接するパングラオ島を中心に構成されている。島の周辺海域や島内の山岳部など自然環境を活用した観光業が主たる産業であるほか、漁業従事者も多い。このため地域にはダイビング目的の観光客向けに宿泊施設やレストラン等が多数存在する。観光プロモーションの効果により観光客が増加する一方で、宿泊施設やレストランで発生する生活排水(排水や廃食油)により周辺海域の水質汚染が悪化

<sup>27</sup> 町条例 Municipal Ordinance No. 2001-07 (2001年8月3日発行)

<sup>28</sup> 同廃棄物管理の実施に向けた取り組みは、Mayor Caesar P. Perez, "Local Ecological Governance: The Los Baños Experience in Solid Waste Management", 2006 に記述

<sup>29</sup> Philippine Statistics Authority, "2014 Philippine Statistical Yearbook", 2014 によれば、2010年時点で家庭で利用されている廃棄物処理方法のうち、廃棄物回収車で回収されているのは全国で43%に過ぎず、また廃棄物回収車による回収の利用率は未だ地域差が大きい。マニラ首都圏(NCR)では97%とほぼ全世帯が利用し、次いでカルバラソン地域では65%の世帯となっている。回収車による処理が主な方法である地域は5地域に限られ、それ以外の12地域では主に焼却されている。ロスバーニョス町の廃棄物回収処理システム導入の動きは非常に迅速なものであったと考えられる。

<sup>30</sup> その後もビニール袋の利用削減の動きは全国的に広まりを見せており、天然資源環境省傘下のラグナ湖開発局は、ラグナ湖周辺地域の地方自治体に対して、生分解性を持たない使い捨ての持ち帰り用ビニール袋の利用・流通を禁止する条例の制定を求める決議を2011年に発効し、制度導入を支援している。LLDA, "Laguna De Bay Environment Monitor 2011-2012", 2013, P. 38

<sup>31</sup> Los Banos Municipal Environment and Natural Resources Office, "TEN-YEAR ECOLOGICAL SOLID WASTE MANagements Plan 2014-2023", 2014

しており、観光業だけでなく州の経済成長にとって深刻な課題となることが懸念されている。

パングラオ町でのヒアリングでは、ホテルやレストラン等で利用された食用油は、従業員が持ち帰る以外は、大半の場合、台所の流し台に流されるか周辺に投棄されているとのことであった。同町は下水道施設が無く、住宅や各種施設にはセプテックタンクが設置されているものの、管理レベルが低く、漏出した生活排水が海岸を汚染しているとの説明であった。加えて同町は、予定通りボホール新空港が建設されれば、現在の排水管理レベルのままでは、増加する観光客により汚染が一層悪化することへの早急な対策が必要との意見であった。また、州都であるタグビラン市は、経済活動の中心地で人口が密集するほか、観光客向けのレストランやファーストフードチェーン等が多数出店しており、排水流出量も州でもっとも多いため、廃食用油の回収システム導入による排水水準の改善を期待するとの意見であった。

### 1.3 対象国の対象分野における開発計画、関連計画、政策（外資政策含む）及び法制度

#### 1.3.1 バイオディーゼルの生産について

同国のバイオディーゼルに関する状況として、2006年にバイオ燃料法(the Philippines Biofuel Act (Republic Act 9367))が制定され、2007年にBDFの利用がはじまった。現在は2%混合率のディーゼル燃料(B2)が全国的に普及している。今後は、更に混合率を引き上げBDFの利用を促進する方針である。BDF生産・普及に係る主な法規定は、2007年制定の“Biofuel Act of 2006 (Republic Act 9367)”と2008年制定の“Renewable Energy Act of 2008 (Republic Act 9513)”である。

また監督官庁のエネルギー省では、“the Philippine Energy Plan 2012-2030(PEP2012-2030)”および“National Biofuel Plan (NBP2013-2030)”を策定し、更なる利用拡大を政策目標としている。BDFの利用は、2007年に1%の混合率(B1)での利用が開始され、2009年に2%(B2)、2013年末には5%(B5)にまで混合率が引き上げられる予定であった。しかしDOEへのヒアリングによれば、2013年にDOEが取り纏めを行っている国家バイオ燃料委員会(以下、NBB)において混合率を5%に引き上げる議論の中で、NEDAが5%に引き上げた場合の燃料価格に関する調査を実施することとなり、調査に時間を要したため2015年中には5%に引き上げられる予定とのことである。また将来的に、2020年には10%(B10)、2025年には20%(B20)にまで混合率を引き上げるNBP2013-2030の計画<sup>32</sup>に変更はない。

表 1-14 BDF 生産にかかる主な法規定

バイオ燃料法” Biofuel Act of 2006 (Republic Act No. 9367)” An Act to Direct the Use of biofuels establishing for this Purpose the Biofuel Program, Appropriating Funds Therefor, and for other purpose	2007/1
バイオ燃料法 (RA 9367) 細則 Rules and Regulations Implementing Republic Act No. 9367 DC 2007-05-0006	2007/5
バイオ燃料の原料供給、バイオ燃料及び混合燃料の生産、流通、販売にかかる	2008/10

<sup>32</sup> USDA, op. cit., p. 13

ガイドライン Guidelines Governing the Biofuel Feedstocks Production, and Biofuels and Biofuel Blends Production, Distribution and Sale under Republic Act No.9367 Joint Administrative Order No.2008-1	
再生エネルギー法 “Renewable Energy Act of 2008 (Republic Act 9513 )” An Act Promoting the Development, Utilization and Commercialization of Renewable Energy Resources and for other purpose	2008/12
再生エネルギー法 (RA 9513) 細則 Rules and Regulations Implementing Republic Act No. 9513 DC 2009-05-0008	2009/5
バイオ燃料の混合比率にかかる指令書 Mandating a Minimum of 2% Blend of Biodiesel in all Diesel and 5%Bioethanol in Annual Total Volume of Gasoline DC 2009-02-0002	2009/2
製造業者、加工業者と再生可能エネルギー開発・部品供給者を認定する為のガイドライン Guideline for the Accreditation of Manufacturers, Fabricators and suppliers of Locally - Produced Renewable Energy Development and Component DC 2009-01-0010	2009/7
透明性があり競争的な再生可能エネルギーにかかるサービス/取引契約の発注システムの運営と、再生可能エネルギー事業者の登録方法ガイドライン Guidelines governing a Transparent and Competitive System of Awarding Renewable Energy Service/ Operating Contracts and Providing for the Registration Process of Renewable Enrgy Developers DC 2009-07-0011	2009/7

これら BDF は、対象国の主要農産品であるココナッツを原料に供給されている。BDF は 2013 年までは 9 社により生産されてきたが、全て混合率引き上げのための BDF 増産も含め 2014 年からは 11 社が生産を開始している。BDF の品質についてはフィリピン国家標準基準 (PNS/DOE QS 002:2007) が存在しており、一般流通向けにディーゼル燃料に混合される BDF については同基準に沿って DOE がモニタリングしているとのことである。

尚、本件で想定している小規模な BDF の生産と自家消費若しくは個別契約に基づく供給・消費に対する DOE の見解として、取り組みについては関心があり、日本の経験等にかかる見識も持っている様子であった。また同事業の展開に係る DOE の立場として、副産物等の環境面での処理に違反が無ければ BDF の生産を制限する立場にはないとのコメントであった。

### 1.3.2 環境影響評価制度

同国で事業者が行う活動は、1977 年の大統領令 1151 および 1978 年の大統領令 1586 に定められ



た環境影響評価制度の対象となる。DENR 傘下の EMB が担当する環境影響評価手続マニュアル<sup>33</sup>によれば、環境影響が懸念される事業（ECP:Environmentally Critical Project）は通常環境影響評価（EIS: Environmental Impact Assessment）、環境脆弱地域（ECA:Environmentally Critical Area）での一定規模以上の事業は、初期環境調査（IEE: Initial Environmental Examination）<sup>34</sup>の提出・評価が求められ、環境コンプライアンス証明書（ECC: Environmental Compliance Certificate）を取得する必要がある。マニュアルに記載の ECP リストと非 ECP リストがあるが、BDF 生産事業は明記されていないことを確認した。この点で本 BDF 生産事業のようなプロジェクトの位置づけを、ロスバニョス町の MENRO に確認したところ、生産規模等の面から環境影響は低いと考えられることから、ECP の対象とはならず、プロジェクト概要書（PD:Project Description）を提出し、EMB（地方支局）が確認後、対象外証明（CNC: Certificate of Non-Coverage）を取得することになる。

### 1.3.3 有害廃棄物処理：廃食油の回収事業について

同国の有害廃棄物処理については、有害物質・危険物・核廃棄物管理法（Toxic Substances and Hazardous and Nuclear Wastes Control Act of 1990（REPUBLIC ACT No. 6969））が施行され、更に具体的な手続等について、改訂版 有害廃棄物管理にかかる手順マニュアル（Revised Procedural Manual on Hazardous Waste Management（Revised DAO 04-36）DAO 2013-22）が 2013 年 12 月施行され、廃棄物の排出者と輸送事業者の登録制度と責任、処理施設の基準等を規定している。

本マニュアルは様々な有害廃棄物を適用対象にしており、廃食油は「I102」として、工業油、動物油脂、油脂汚染材料と同じ項目に分類されている。本 I102 の定義は、「（污水处理で取り出した）スラッジ・汚泥を含む植物油」となっており、本件で取り扱う廃食油とは性質も異なる点からその位置づけを DENR 傘下の EMB に確認したところ、廃食油の管理も環境影響を低減する上では必要であり、今後は、地方自治体が自身で廃食油を回収する場合には適用対象となり、適切な登録をする必要があると考えているとの回答であった。但し、改訂版のマニュアルは運用を開始したばかりであり、実際にはマニュアルの執行と事業を担う地方自治体との話し合いになるとのことであった。

## 1.4 対象国の対象分野における ODA 事業の先行事例分析及び他ドナーの分析

廃食油を利用した BDF 生産・利用の試みについて、現地訪問先でのヒアリングを通じ、USAID が支援を行った ODA 案件を確認した。但し、報告書作成時点では同プログラムは終了しており、事業は継続されていないことを確認した。

同プログラムは、2013 年 3 月から 6 ヶ月間実施された。DOE が主体となり公的機関として DENR、DOST、民間企業であるジョリビー（Jollibee Food Corporation）、Seaoil Philippines および EWay-54 Renewable Energy Inc.、外国支援機関として USAID（Philippines）が参加したプロジェクトで、研究機関としては、フィリピン技術大学の総合研究訓練センターも参加した。

目的は、現在の BDF 原料であるココナッツオイルを廃食油で一部を代替することも念頭に、廃食

<sup>33</sup> DENR EMB, "Revised Procedural Manual For DENR ADMINISTRATIVE ORDER No. 30 OF 2003 (DAO 03-30)", 2013

<sup>34</sup> 規模に応じて EIS の提出が求められる場合もある。

油を原料とした場合の利用可能性・製造価格を検討することであった。具体的には、BDF を4%混合したディーゼル燃料(B4)を試験車両4台に利用した場合<sup>35</sup>に、車両のエンジン出力、燃費改善、排気ガス削減の効果を測る実験が開始され、試験期間中には混合割合を6%まで上げることも想定された。ジョリビーがマニラ市内の自社店舗から廃食油を提供し、EWay-54 Renewable Energy Inc. が廃食油をBDFに精製、石油元請会社のSeaoil Philippinesがディーゼル燃料とBDFを混合し、試験車両に提供するという役割分担で行われた。またUSAIDはコンサルタントの提供、実験結果の取りまとめを担当した。

試験車両での性能試験を進める一方で、現在利用されているココナッツオイル由来のメチルエステルへの国家基準への適合性が確認され、グリセリン含有量、酸化安定性、含水率の点で基準を満たすことが困難という点が判明した。

精製を担当したEWay-54 Renewable Energy Inc.は、2008年よりマニラ地域で廃食油を原料にしたBDFを製造しジプニーに対してBDF100%(BDFをディーゼル燃料と混合しない)のまま燃料として販売していた民間企業である。報道によれば日産約200Lから製造を開始し、2012年時点では、回収される廃食油の量に応じて、週に約11,000Lから約15,000L程度を精製しているとのことであった<sup>36</sup>。同社の工場施設および精製機器は、提案企業の製品とは異なるものであったことから、現地調査期間中に訪問を試みたが、既に工場自体が移転していることで不能であった。また、DOEでも試験完了後は連携をしていないとの回答であった。

また、ジョリビーからは、全国のガソリンスタンドで廃食油を用いたディーゼル燃料を展開する際には、原料となる廃食油の回収インフラ構築、ファーストフードチェーンの協力が不可欠であるとの指摘があった。

## 1.5 対象国のビジネス環境の分析

対象国における事業展開の前提となる外国から投資環境として、フィリピンへの海外からの投資の状況と外資の受入政策を確認した。

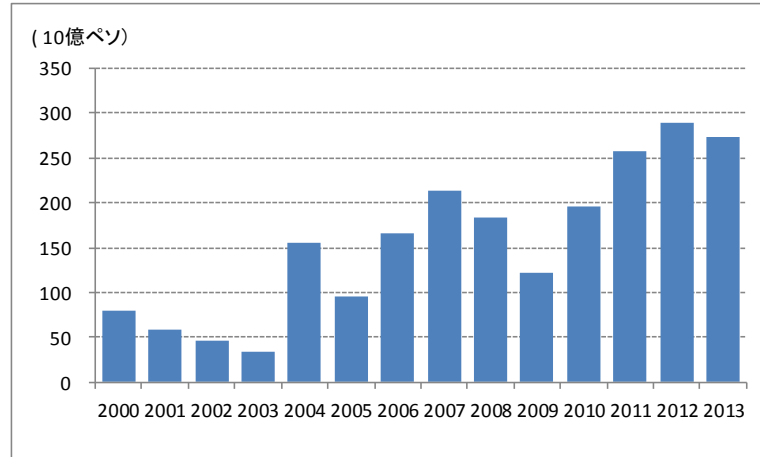
### 1.5.1 海外からの投資状況

2013年の対象国への直接投資(認可ベース)は、2,740億ペソで、フィリピン経済特区(PEZA)が認可した案件が約半数を占める。国別の累積の投資金額では日本が23%を構成し最大の投資国であり、次いで米国(16%)、オランダ(12%)が続く。また、産業別には第2次産業(特に製造業)への投資の割合が過半数を占める一方で、近年は第3次産業(運輸・保管、宿泊・フードサービス分野)への投資額の大幅に拡大している。

<sup>35</sup> 実験の実施当時、フィリピン国内ではBDFを2%混合したディーゼル燃料(B2)が一般に販売されていた。

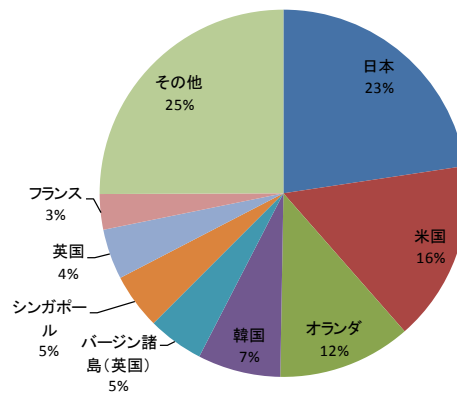
<sup>36</sup> Utah Biodiesel Supply Blog, "Customer Spotlight: Biodiesel plant in Philippines", 2012.05.03記事

(<http://www.utahbiodieselsupply.com/blog/customer-spotlight-biodiesel-plant-in-philippines/2015.4.21> 確認)



出所) Philippine Statistics Authority, ” 2014 Philippine Statistic Yearbook ”

図 1-8 海外直接投資認可額の推移



出所) Philippine Statistics Authority, ” 2014 Philippine Statistic Yearbook ”

図 1-9 国別の累積(1996年～2013年)直接投資額

表 1-15 セクター別海外直接投資額の推移

	2010年	2011年	2012年	2013年
総投資額(100万ペソ)	196,063	258,231	289,544	274,014
構成比(%)				
第1次産業	0.6%	0.5%	1.6%	1.0%
第2次産業	90.6%	67.5%	62.3%	56.3%
内、製造業	83.1%	55.3%	58.6%	28.3%
第3次産業	8.8%	32.0%	36.1%	42.8%
内、運輸・保管	0.4%	0.4%	18.3%	20.2%
宿泊・フードサービス	1.1%	0.4%	2.8%	9.3%

出所) Philippine Statistics Authority, ” 2014 Philippine Statistic Yearbook ”

### 1.5.2 外資受入政策

対象国の外資受入策は、コラソン・アキノ政権下の 1991 年に制定された外国投資法(共和国法第 7042 号、1996 年改正)により基本的に規定されている。同法では、外国資本の 100%投資を認めて

---

おり、別途外資の参入規制・禁止業種についてはネガティブリストを制定し、規制業種ごとの外資比率を制限している。

海外からの投資促進する機関としては、PEZA と BOI が中心的な機能を担っている。PEZA は複数の特別経済区に進出する輸出型企業を対象に優遇措置を付与し、BOI は対象国の投資優先計画で指定された分野への投資企業に対する優遇措置を付与する。

尚、調査時点での最新のネガティブリストは第 10 次外国投資ネガティブリスト（2015 年 5 月 29 日、大統領指令 184）であり、同リストに記載のリスト A：憲法および特定の法規定により外国資本の参入が規制されている分野、およびリスト B：安全保障、防衛、国民の健康・公序良俗、国内中小企業保護の観点から外国資本の参入が規制されている分野を確認したが、本案件で想定する事業に該当する事業は確認できなかったことから、外資規制の対象業種には該当しないと判断される。

## 第2章 提案企業の製品・技術の活用可能性及び海外事業展開の方針

### 2.1 提案企業及び活用が見込まれる製品・技術の特長

#### 2.1.1 製品・技術の特長

提案企業が、本調査で活用する「ワンダー100」は、廃食用油などの植物性油をメタノールと反応させメチルエステル化するアルカリ触媒法により、軽油代替燃料である BDF を精製する機器である。

BDF は既存のディーゼルエンジンを利用する車両、発電機、船舶等に利用可能な燃料であり、その利用特性として、①引火点が軽油より高く、取扱上の安全性は高い。②粒子状物質 (PM)、黒煙濃度、硫黄酸化物 (SOx) を、軽油に比べて大幅低下できるメリットがある。また原料が菜種、ひまわり、ココナッツなどの植物油であることから、化石燃料由来の軽油に比べ、大気中の二酸化炭素 (CO<sup>2</sup>) を増加させないカーボン・ニュートラルの特性を持つ燃料とされる。

廃食用油からバイオディーゼル燃料を精製する原理は、エステル交換反応である。トリグリセリドを主成分とする廃食用油にメタノールを反応させることで低分子化し、粘度の低い脂肪酸メチルエステル (FAME : Fatty Acid Methyl Esters) へと変換され、副産物としてグリセリンが生成される。

同エステル交換反応には複数の方法が研究されているが、広く利用されているのはアルカリ触媒法である。アルカリ触媒法は、水酸化カリウム (KOH) 若しくは水酸化ナトリウム (NaOH) をアルカリ触媒として利用しメタノールを混合して、エステル交換反応を行ない、副生するグリセリンを湿式洗浄や乾式処理で除去して、FAME の精製を行なう方法である。ワンダー100 では一般的に広く利用されている湿式洗浄を採用している。

製造工程はエステル交換工程、中和工程、洗浄・脱水工程の3工程に分かれる。エステル交換工程は、攪拌タンクで60℃程度に温めておいた廃食用油に、アルカリ触媒とメタノールを加えて、1時間ほど攪拌反応させる。本工程では、反応進むことでグリセリンが生成される。グリセリンは、比重が大きく下の方に分離するため、攪拌タンク下部から除去する(エステル交換工程)。反応により粗製された FAME には、触媒やメタノール、グリセリンといった不純物が残留しているため、中和剤を投入し(中和工程)、温水により洗浄を行う。最後に、洗浄で用いた水分を除去するため加熱を行い(脱水工程)、放冷した後、フィルターでろ過して BDF として使用する。

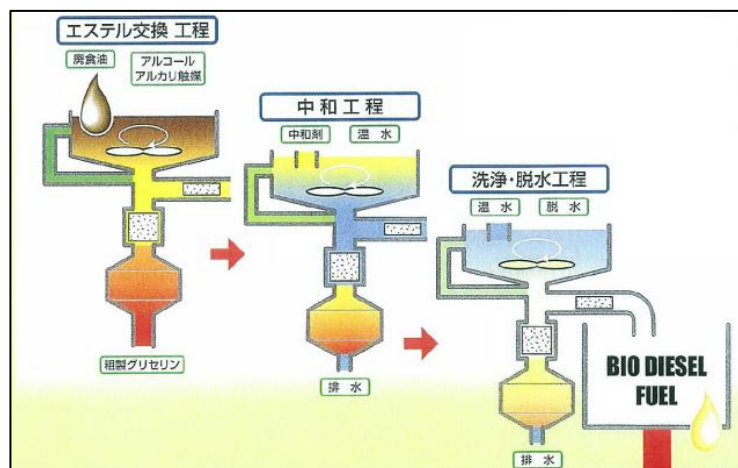


図 2-1 エステル交換工程



製品名	ワンダー100
処理量	100L/約 6 時間 (1 バッチ)
サイズ	H1, 470mm×D750mm×W750
重量	170kg (乾燥重量)
動力	電気 三相 200V 5.2kw
設置	室内水平設置
操業温度	0℃～40℃
販売価格	350 万円/台

図 2-2 対象商品外観 (ワンダー100) と仕様

製品は小型の洗濯機程度のサイズとなりコンパクトで、1 バッチで 100L の廃食油からほぼ同量の BDF を製造することが可能な機械である。重量は 170kg 程度で、移動・据付が容易である。電気を動力にモーター稼動で攪拌を行う。本体は 3 層構造になっており、上部はモーターと操作盤が設置され、本体部には原料等を投入する攪拌タンク、攪拌羽および加熱ヒーターが設置してある。攪拌タンクの下部には排出バルブがあり、台車にバケツを載せてタンク内の液体を受ける仕組みとなっている。タンク内には、レベルゲージが設けられ、廃食油の投入量(100L)とベースに触媒・メタノール混合液、温水を適量入れた場合にタンク内の液体量を目視できるようになっている。

必要処理量の変化に応じ、台数を増やすことで柔軟な処理体制の構築が可能となる。



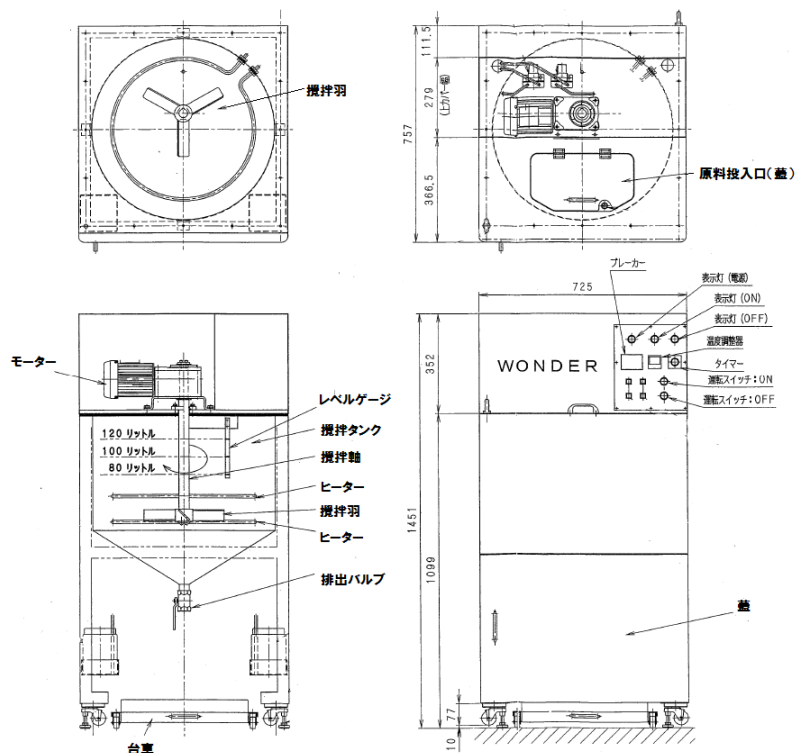


図 2-3 ワンダー100 の構造

本提案では、フィリピンにおいて廃食油を回収し、バイオディーゼルに精製後、地域の公共交通機関（ジプニー）で利用する地産地消型 BDF 生産事業を、同国の地方部で導入し、品質や精製効率など事業性を左右する精製装置に対象機器を利用した検証実験を行い、現地での事業経済性を確認することを目的とした。

これまでに現地で同機を利用したデモンストレーションを行った結果、以下のような特徴と効果を確認していたが、本調査のなかではこれまでの短期的なデモンストレーションでは無く、小規模ながら現地のオペレーターが継続的に実験を行うことで、これら特徴を確認すべく検証実験をおこなった。

- ①構造が比較的単純で壊れにくい、故障の場合にも現地調達資材での修理が可能である。
- ②同国の電力事情に合わせた家庭用電源である単相 220V 化を実現。  
(BDF を利用したディーゼル発電装置の併用した運用も可能とした。)
- ③日本で運用してきたノウハウを活用することで国内と同等の高い精製効率を達成した。

### 2.1.2 国内外の販売実績

対象製品は、開発・製品化されて以来、国内で約 300 台の累積販売実績を持つ。海外ではフィリピンの市場調査をする中で 1 台を輸出・販売した実績がある。現在、更にもう 1 台のデモ機を対象国内に保有している。また中国向けに輸出・販売にも取組んでおり 1 台の販売実績がある。



### 2.1.3 競合他社製品と比べた比較優位性

対象製品は、精製技術として世界的に多くの実績があり、安定した技術であるアルカリ触媒法を利用した BDF 精製機器である。廃食油に含まれる油脂を、メタノールと反応させる攪拌工程の攪拌装置（プロペラ形状）にノウハウがあり、処理量に応じた反応時間と攪拌回数の調整により、高い BDF 精製効率を確保し、高い評価を受け、国内での販売を進めてきた。

BDF 精製機器としては、一回の工程で千リットルクラスの精製を行う設備も存在するが、機器が大きくなるため、販売価格や設置コスト（建屋・電源設備等）が上昇し、廃食油を大量に確保できない場合には、稼働率が下がり精製コストの面で経済的ではない。また、対象製品と同等の処理サイズの BDF 精製機器を製造する企業として、株式会社セベック社とバイオマス・ジャパン株式会社が存在する。これら製品に比べ、対象製品はサイズ、価格等からは大きな差は見られないが、国内で実際に廃食油を回収、BDF を精製し、輸送用トラック燃料として利用してきたこれまでの実績、また実際に対象国でデモンストレーションを実施し、メンテナンスを含めた体制を準備している点で、販売、維持メンテナンス面等から差別化が可能と考える。

	提案企業	株式会社 セベック	バイオマス・ジャ パン株式会社	プラント型
製品名	ワンダー100	イオシス	マックス100プレ ミアム	設計に応じた設 備を整備
精製能力（時間）	100L（7h）	100L（8h）	100L（4～6h）	1,000L 以上
精製作業	手動	手動	手動	自動
使用電力	200V 3 相 5.2KW	200V 3 相 5KW	200V 3 相 6KW	—
燃料製造コスト	25 円/L	25 円/L	25 円/L	—
価格	¥3,500,000	¥4,000,000	¥4,500,000	数千万円以上

### 2.2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

提案企業の BDF 事業は、物流業界にも地球温暖化対策を通じた社会貢献が求められるようになった 2000 年代に、社内の環境意識の高まりを受けて、自社保有車両での利用を目的に検討を開始した。その後、県による廃食油リサイクル推進の活動等を通じて、検討を重ね、2008 年に自社施設の建設に着手、2010 年より BDF 製造施設を稼働した。現在は月産 1 万リットルの BDF 製造を行い、6 車両で BDF100%（B100）の状態を利用し、残りの 2/3 を外部の運送業者へも販売している。

フィリピンとの関係では、2010 年に当時のフィリピン国会議員がプラントを視察し、海外展開を要請されたことが契機となり、自社で複数都市の視察や現地関係者へのヒアリングを行ってきた。これまでのところフィリピンと中国に対して、廃食油を利用した BDF 生産事業の提案とワンダー100 の販売を推進している。

ワンダーには処理能力により 3 種類の製品があるが、海外事業では、現地でのメンテナンス対応性の高さ、運転コスト等の面から小型のワンダー100 の販売を進めている。日本国内の事業運営で

蓄積したノウハウを含めて対象機器の販売を進め、現地での運転開始後のメンテナンス、技術指導にも力を入れていく予定である。

海外進出の計画としては、当面はフィリピンに注力する考えである。現在の事業候補地であるラグナ州ロスバーニョス町において地産地消型 BDF モデルの普及・拡大に努めると同時に、近隣地域への同モデルの展開を進める予定である。

本調査を通じて訪問・意見交換を行った対象国の他の州や市からは、本事業への関心を確認しており、継続して意見交換を進める予定である。将来的な展開エリアとしては、インドネシア、タイ、ベトナム等を想定している。

これまで、対象製品であるワンダー100 は受注生産の体制をとって、発注から納品までの期間は、製造に 1.5 ヶ月、海外の場合輸送・納品に 1 ヶ月程度と、合計で 2.5 ヶ月を要していた。一方で稼働を開始したい顧客側からのリクエストも強いことから、製造に時間を要していたコア部品については、提案企業で一定数用の在庫を備えておくことで、製造期間の短縮化を図る方針に変更を試みている。これにより製造期間を 1 ヶ月程度に短縮化することが可能となると想定している。

## 2.3 提案企業の海外進出による我が国地域経済への貢献

### 1) 現時点における提案企業の地元経済・地域活性化への貢献

提案企業の所在する三重県は、1997 年より三重県環境基本計画を策定し、健全で豊かな自然環境を守り、継承することをビジョンに、“行政だけでなく県民、事業者が連携した仕組みや基盤づくり”に積極的に取り組んでいる。同県における地産地消型 BDF 事業の試みとして、「環境連携三重の環事業」の一環としての実証実験がある。2003 年に、三重県環境森林部が廃食油部会を設立し、住民・事業者・市町村等が連携した廃食油の循環的利用にむけて 1 年間余りの実験を行った。同実験では BDF 精製の工程で、ワンダーランド三重<sup>37</sup>の経営者も深く関わり、その成果を三重県の市町村における回収・再生・利用の方法として取りまとめた<sup>38</sup>。この活動は、その後の県政の取り組みである廃棄物の循環利用や環境産業の推進に向けた“エココミュニティの創出”という事業に引き継がれることとなり、提案企業は、この呼びかけに応じる形で BDF 事業の検討を進めてきた。また 2010 年に稼働したプラントには、見学コースを設け、地元の津市を中心に広く市民に取り組みを理解してもらうとともに、行政を交えた環境教育場として位置づけてもらうことで地域への社会貢献の一環になると考えている。

そのほか実証実験と同時期に、三重大学内に「みえ新産業創造・交流会」が設立された。同会内の資源循環研究所では、BDF 利用を目的にしたエステル化率の向上<sup>39</sup>・排水の適正化を継続して研究している。今後も、排水適正化は三重大学の加藤教授、またエステル化率向上は鈴鹿高専の澤田教授と研究を進める予定である。提案企業は、これら研究機関と密接に連携を取りながら、高い生産

<sup>37</sup> 実証実験はコマツ三重が BDF 精製の面から実験に参加していた。2005 年にコマツ三重が民事再生手続の申し立てを行った際に、ワンダーランド三重の現経営者が開業して同事業を継承し、大学等と連携した研究・製品の改善を進めてきた。

<sup>38</sup> 三重県環境森林部資源循環室、「地域循環ネットワークモデル構想策定事業廃食油部会報告書」、2005 年 3 月

<sup>39</sup> BDF 精製の初期工程で、廃食油にメタノールと触媒を加えて生じる化学反応が、全体で均一に起こることで高い精製効率を確保することに繋がる。

---

効率と安全な運転に向けたノウハウを今後も蓄積していく考えである。

2) 本調査で検討する ODA 案件化及び海外展開を実施することで見込まれる地元経済・地域活性化への貢献

提案企業は、三重県の環境政策を背景に、廃食油を用いた BDF 生産の取り組みを具体化してきた。その過程で、提案企業は対象製品の開発・製造を担うワンダーランド三重や、大学等の研究機関との協力など、地域関係者との連携関係を築いてきている。本調査の対象国であるフィリピン国内の複数都市においても地産地消型 BDF 生産の取り組みが普及し、対象製品の導入が進む中で、三重県による“行政、県民、事業者が連携した仕組みづくり”の考え方や、地方自治体の運営管理の経験等が活かされるとともに、現地大学や研究機関等の地元研究機関との共同研究を進め同事業の理解促進、製造・輸出にかかる地域人材の雇用や地域の製造業の活性化にも貢献したいと考えている。

### 第3章 活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果

#### 3.1 製品・技術の検証活動（紹介、試用など）

##### 3.1.1 製品の紹介及び生産体制の検討

本調査では、提案企業が製造する廃食油利用型バイオディーゼル（BDF）精製機器ワンダー100を対象地域の地方自治体に導入し、地産地消型 BDF 生産システム構築を目指すべく実施するものである。地方自治体が現地において廃食油を回収し、ワンダー100にてバイオディーゼルに精製後、公用車や地域の公共交通機関（ジブニー）で利用する地産地消型 BDF 生産事業のあり方やニーズ、役割分担等を確認した。

対象製品については、既に提案企業がフィリピン国内に持ち込んでいた対象製品をロスバーニョス町に移送し、ワンダー100を用いて、廃食油から BDF を製造する検証活動を地方自治体と共同で行いながら、対象企業が技術指導を行うこととした。

廃食油の回収については、地方自治体であるロスバーニョス町が主体となり、回収することとした。廃食油の回収先としては町内に存在するファーストフード店と町が協議の上、町が店舗に回収に回る仕組みとした。また、製造にかかる備品や副資材の調達についても町が主体となって準備を行った。

最後に、製造した BDF の利用について、現地の公共交通機関であるジブニーへの利用を想定し、ジブニー協会に対してヒアリングを行い潜在的なニーズを確認した。ただし、実際の供給にあたっては町とジブニー協会の契約、BDF の安定供給、品質面での確認も必要となるため、当面は町の保有するディーゼルエンジン車へ供給し、継続的に利用する体制を構築することでロスバーニョス町と合意した。

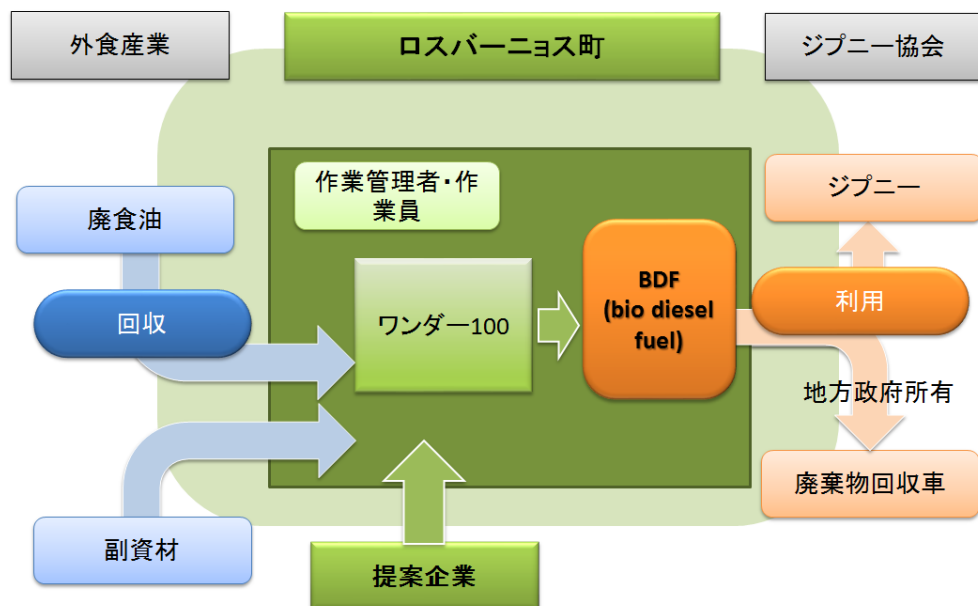


図 3-1 ロスバーニョス町における BDF 生産事業の構造

これらのニーズや役割分担を町側と協議の上、実際に町で回収した廃食油から BDF を継続的に製造し、製造した BDF を 100% (B100) のまま 利用する検証活動を、2015 年 2 月～ 4 月にかけて実施した。

### 3.1.2 検証活動に係る準備

#### 1) 本体の設置、本体及び関連資材の保管スペースの確保

対象製品は、提案企業が既にフィリピン国内にデモ機として持ち込んでいたものを、ロスバーニョス町に移送した。ロスバーニョス町庁舎裏の倉庫を、対象機器、廃食油、関連資材および製造した BDF の保管場所として町より提供を受けた。尚、BDF 製造時には作業の容易性の点から屋根のある屋外スペースに対象機器を移動し、製造終了後には倉庫に保管していた。



写真) ロスバーニョス町庁舎(左)と町庁舎の保管スペース(右)

#### 2) 作業員の確保

本検証活動開始時に町より作業員を指定してもらい、当該作業員に対して技術指導を行うとともに、作業の実施、作業管理の記録を依頼した。作業体制として、廃食油調達・作業管理者 1 名と、活動中は作業に従事する作業員 2 名の合計 3 名体制とした。作業員に対しての作業指示は作業管理者が行い、作業上の課題や問題点等については、現地調査時にヒアリングを行い、課題を収集した。

作業管理者は、これまで町の固形廃棄物の処理にかかる管理業務を担当しており、精製する BDF を利用する廃棄物回収車の運行管理も担当しているため、回収車の運行状況も把握しながら BDF を利用する点で適切な担当者であった。

#### 3) 本体の電源加工

対象製品の動力は電力である。本来、対象製品は日本で開発されたため”三相 200V 5.2kw” の仕様であったが、フィリピンでは家庭用電源が単相 220V であるため、本体の電源部分に加工を行い、”単相 220V 5.2kw” とした。これにより設置場所を選ばず本体を設置することが可能となった。

#### 4) 廃食油の回収

BDF 製造の主たる原料である廃食油の回収については町に依頼して回収を行った。日本で自治体を実施している事業所系と家庭系からの 2 つの回収ルートを説明し、当初は町内のファーストフー



ド店（ジョリビー）から定期的に町が回収を担当することとなった。



写真) 回収した廃食油(左)とファーストフード店(ジョリビー)(右)

#### 5) 関連資材の調達

関連資材としては、BDF 製造にかかる副原料と備品がある。副資材であるメタノール、水酸化カリウム、酢酸、塩化ナトリウムなどは、現地で調達が可能であることを確認した。但し、原料の廃食油の品質(酸化(AV)値)を確認する加熱油脂劣化度判定用試験紙は、現地では購入先が見つからず、日本から持参することとなった。(J-オイルミルズ製 加熱油脂劣化度判定用試験紙：100枚入り 4,000円程度)



また製造に必要な備品として、電源および水道が確保できることを確認し、廃食油を混ぜるバケツ(40L、複数個)、廃食油内の固形異物等を濾過する金属製の筈や漏斗、出来上がったBDFを保存するドラム缶などは現地の中古品を再利用して町に準備してもらうこととした。

また、簡易な家庭用油温計や気温・湿度計は新規に用意することとした。

4



写真) 酸化値判定用試験紙(上)、現地で製作されたタンクと漏斗(左)、家庭用油温計(中央)と、気温・湿度計(右)

6) 作業内容の説明

BDF 製造にかかる作業手順は、あらかじめ書類により説明した。更に検証活動開始時に、現地調査内で製造手順を随時指導・確認することとした。また、作業管理を目的に、2種類の記録簿を作成し、内容の説明を行った。

- ① BDF 製造状況管理： 日付、作業開始時・終了時、天気、気温、湿度、廃食油の酸化質(AV値)、投入したメタノールと水酸化カリウムの量、製造したBDF量
- ② 廃食油の在庫管理： 日付、当日在庫量、回収量、利用量、最終在庫

7) 町内の関連施設

町内のファーストフード店は、フィリピン大学ロスバーニョス校がある町の中心部に集中して存在し、検証活動を実施する町庁舎から2km程度の距離内にジョリビー3店舗、ケンタッキー1店舗、マクドナルド1店舗、チョウキン(超群)1店舗があることを確認した。

また町庁舎裏の山間に町で回収した廃棄物の分別・コンポスト化を行っている処理施設があり、廃棄物回収車4台とダンプトラック1台ほかローダー等重機2台を利用して廃棄物処理を行っているとのことであった。町はディーゼル車両を、廃棄物処理車両も含め15台を保有しており、町自身による潜在的な利用拡大の可能性は高いと考えられる。

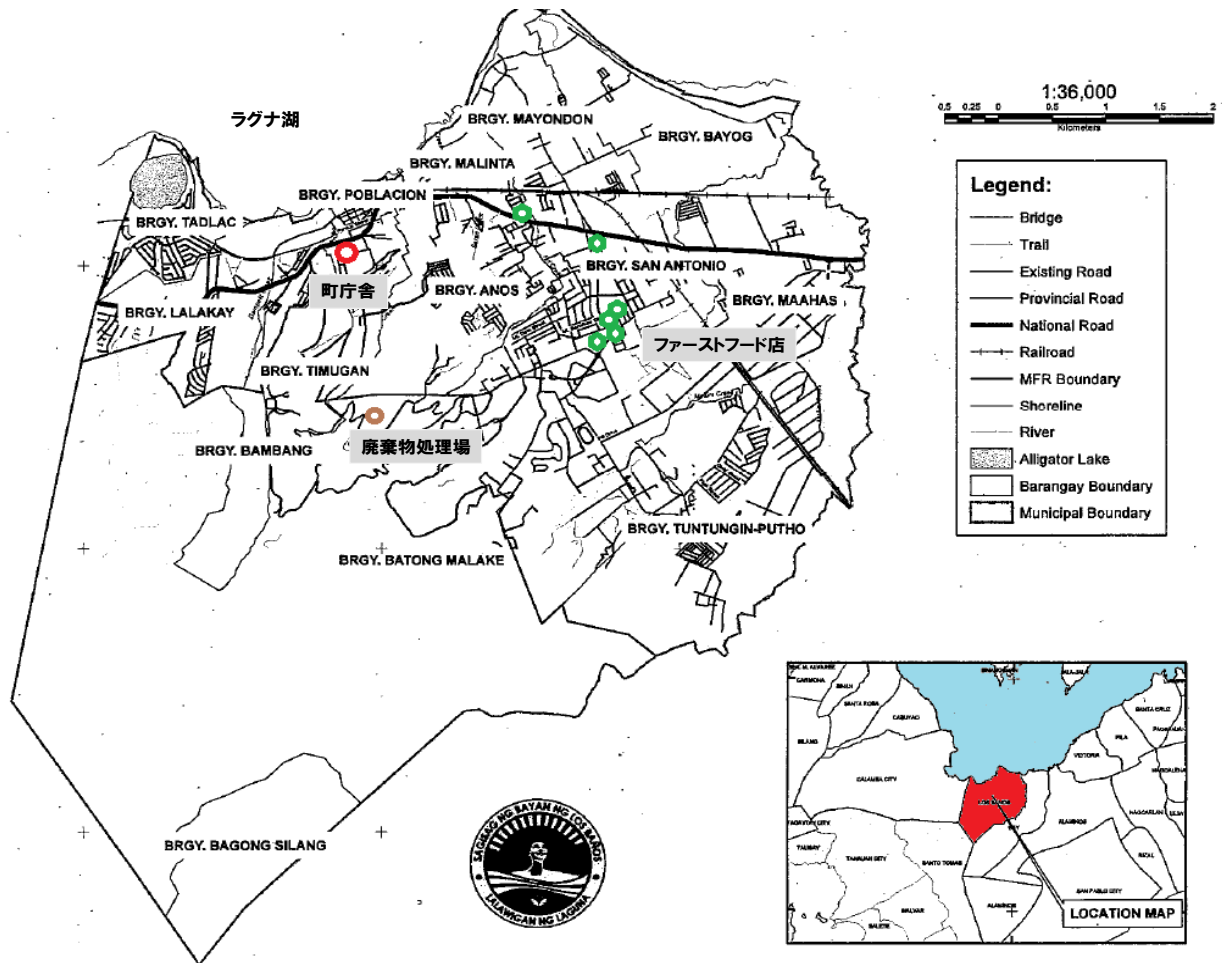


図 3-2 ロスバーニョス町の地図

出所) ロスバーニョス町



## 3.2 製品・技術の現地適合性検証

<非公開>

## 3.3 製品・技術のニーズの確認

本調査では、対象地域の町長が対象製品及び廃食油を用いた BDF 製造の活動と効果に、強い関心を持ち、提案企業との協力関係の基、継続的な検証実験を実施した。これはロスバーニョス町として製品・技術の概要を把握し、BDF 製造事業の実施に前向きな姿勢であることを確認できたと考えている。今後の利用拡大に向けては、町内のファーストフード店に対して町長が実験の目的と趣旨を説明し、廃食油を回収する協力体制が実現したことは、同様に廃食油回収する対象の事業者を拡大できる可能性を確認できたと考えている。

一方で、2014 年後半以降、ディーゼル小売価格は大幅に下落しており、町の予算編成にかかる議会では、BDF (B100) を利用することの車両への悪影響や BDF 製造事業の経済性について、疑問を持つ議員もいたことから、現時点で製造規模を大幅に拡大するのは難しいという現状も確認した。

上述のように検証実験では、原料となる廃食油の品質の確認と調整を確実にいき、初期段階で作業員に対し作業手順と機械の操作方法を訓練すれば、概ね製造を失敗することは無いことが確認された。作業員に対して機械の改善点等を確認したところでは、特に改善を要すると考える点は無く、課題は廃食油の回収を品質面、数量面で改善していくかということであった。

今後の課題として、継続的に BDF を製造していくにあたり、原料である廃食油の回収量の確保と品質の維持が重要になる。品質面からは、実務上、店舗からの廃食油回収時点で、個別に品質を確認して回収する廃食油を選択することは難しい。このため一定割合で劣化した廃食油を回収することとなり、受入時に缶ごとの品質を確認の上、品質毎に在庫の廃食油を管理していくことが必要となる。また、製造準備にあたり様々な品質の廃食油を混合して一定の品質に調整するためには、品質毎に適正な量の廃食油在庫を確保することが課題となることを確認した。但し、この点については、回収対象の事業者の植物油の利用状況や排出量、廃食油の保管方法などに応じて、柔軟に対応する必要があり、町側と事業者側での継続的な話し合いが重要になることを確認した。

更に、今回は実現できなかったが、一般世帯からの廃食油の回収について、まずは教師や学校関係者の世帯を対象に、教職員組合等との話し合いを行い、その後町内のバランガイ等とも意見交換を行っていくという、町長の意向も確認した。

## 3.4 製品・技術と開発課題との整合性及び有効性

本調査の検証実験では、ロスバーニョス町で回収した廃食油を原料に BDF を製造した。製造した BDF を 100% で利用した町保有のディーゼル車両の継続走行テストとジプニーの排気ガスの改善効果を確認した。上述したように町で保有する車両における利用においては、実験期間において障害は発生しなかった。特にジプニーから排出される黒煙濃度は大幅に減少できることを確認した。これは、対象国の課題のひとつである大気汚染の要因となる黒煙の削減に有効な方法である。ロスバ

---

ーニョス町や他の周辺地域でも、一般庶民の重要な交通手段としてジブニーは広く利用されている。黒煙の削減方法としてBDFの利用を促進することで、大気汚染の削減に貢献できるものとする。

また、水質汚染の削減は、前述のLLDAのモニタリングではロスバーニョス町が面するラグナ湖の水質は国家基準を満たしているとのことであったが、実際に現地の河川や水路を見ると家庭からの排水によると思われる汚染が散見された。今回、一般家庭からの廃食油の回収にかかる実験は行えなかったが、関係者等へのヒアリングでは、家庭で利用した廃食油は、庭や台所のシンクにそのまま廃棄しているといった回答が多く見られた。廃食油が河川等に排出された場合、一般排水に比べ水質に与える影響は非常に大きく、一般家庭から廃食油を回収する仕組みが運営されれば、水質改善の効果はあるものとする。

### 3.5 実現可能性の検討

<非公開>

## 第4章 ODA 案件化の具体的提案

### 4.1 ODA 案件概要

本調査を通じて明らかになった課題は、廃食油の適正な処理が求められているものの、一般家庭においては台所の流し台への直接放流や、自宅に設置してある浄化槽への直接放流、庭や周辺土壌への投棄が行われており、当該自治体にとって環境保護の観点から問題が生じていることである。水質汚染防止、海岸線、砂浜の適正管理の観点から、廃食油の回収が望まれている。

これらを解決するために、ODA 案件として、「普及・実証事業」、「無償資金協力」を提案する。本調査との連続性が確保される時期で実施することで一層高い効果が期待できる「普及・実証事業」の実施を当面の目標とする。「無償資金協力」は中長期的なフィリピン向け環境分野 ODA として詳細に検討することが望ましい。

表 4-1 本調査に基づく ODA 案件の概要（案）

	地産地消型バイオディーゼル生産システム 普及・実証事業	環境保全関連機器の提供（無償資金協力）
目的	①廃食油処理の適正化による水質汚染の防止 ②BDF利用によるディーゼル車両排ガス中の黒煙濃度の減少による大気汚染の軽減 ③導入対象地方自治体の廃棄物管理水準の向上 ④対象製品の認知度向上	対象製品を含む環境保全関連機器の提供による廃棄物処理管理水準の向上
対象地域	ラグナ州、ボホール州	観光業を主要産業とし当該産業からの環境への負荷が大きな地方自治体
対象機関等	ラグナ州ロスバーニョス町、ボホール州パングラオ町及びタグビララン市	地方自治体
内容	対象製品導入による環境汚染の軽減効果及び事業採算性の検証、自治体の環境・廃棄物管理担当者、 balan gay leader に対する教育・研修の実施、本邦受入活動、水質汚染が甚だしい地域への対象製品及びBDF生産システムの紹介	環境保全分野においてニーズが大きい廃食油処理装置を提供する

## 4.2 具体的な協力計画及び開発効果

### 4.2.1 提案する ODA 事業の目的、投入、製品技術の位置づけ

表 4-2 普及・実証事業（案）

案件名	地産地消型バイオディーゼル生産システム普及・実証事業
先方実施機関	フィリピン環境天然資源省 ラグナ州環境管理局 ボホール州環境管理局
対象地域	ラグナ州、ボホール州
対象機関	①ラグナ州ロスバーニョス町 ②ボホール州パングラオ町 ③ボホール州タグビララン市
実施内容	①対象製品の導入による効果の実証 ・提供する機器の内容：対象製品、濾過装置各1台を1セットとする。 ・本事業の対象：ロスバーニョス町、パングラオ町、タグビララン市に各1セット（合計3セット）を提供し、環境汚染の軽減効果及び事業採算性を検証する。 ・各市において対象製品の試験運転を行い、現地での適応性、製造されたBDFの品質、自治体によるBDFの自家消費を検証する。 ・廃食油回収体制の構築及び円滑な運営を検証する。 ②市の環境担当者、廃棄物処理担当者に対する教育・研修 ・対象自治体の環境対策担当者、廃棄物処理担当者向け研修を実施する。 ③市のバランガイリーダーに対する啓発・教育 ・廃食油処理の重要性に関する啓発・教育ツール（冊子）を作成。 ④対象自治体担当者に対する本邦受入活動の実施。 ⑤水質汚染地域に対する対象製品及び地産地消型BDF生産システムの紹介
日本側の体制	①提案企業 ②BDF製造及び廃水処理を専門とする技術者：2名（アドバイザー） ③コンサルタント
相手国側投入	日本側との協議、試験導入の受け入れ、研修講師、環境、廃棄物処理関係者の研修等出席、各種便宜供与、水道光熱費、副材料費
スケジュール	2016年4月～2018年3月（2年間）
協力概算金額	約9,800万円 （機材、輸送費、機材の輸入に関わる租税公課、研修講師謝金、研修参加者旅費・日当、研修運営費、環境・廃棄物処理担当者向け啓発・教育ツール作成、外部人材委託費等）

案件化調査は2014年12月から2015年9月にかけて実施したが、その内容はBDFの製造にあたって、原料である廃食油の回収体制の構築、BDFの試験生産、BDFの自家消費という廃食油の再利用促進の全体システム運営に関して一部実証を伴うものであったが、実施期間が短期であることから実証できた内容は限定的であった。

具体的には、地方自治体が事業主体になり得ること、教育訓練を経て自治体によるBDF製造設備の運転、BDFの製造、自治体による自家消費が可能であること、が確認できた。

製造されたBDFは現地及び日本において品質検査を行った結果、一部項目において品質基準が未達成であったことから、これに対して日本において対応策を検討し、日本では仮説検証が終了して

いる。普及・実証事業では、現地において現地の廃食油を使用して製造した BDF においても品質基準が達成できることを実証する。また排水基準に関しても一部項目で未達成であったことから、濾過装置を併用した排水を生じさせない BDF の製造方法を採用が検討済みであり、これについてもその有効性を現地において実証する。

本事業の目的は、廃食油処理の適正化による水質汚染の軽減、BDF 利用によるディーゼル車両排ガス中の黒煙濃度の減少による大気汚染の軽減、導入対象地域の地方自治体の廃棄物管理水準の向上、対象製品の認知度の向上、である。

提案企業は、自社製品であるワンダー100 を用いて、フィリピンの現地の地方自治体の協力の下に廃食油の回収体系を構築することができれば、地産地消型バイオディーゼル生産システム事業の運営が可能ではないか、との仮説を持っている。同事業の運営体制確立のためのには①廃食油の長期安定的な低コストでの調達、②BDF 製造装置の円滑な運転による BDF の製造、③できあがった BDF の効率的な消費の3点が重要であり、これらの実証を行うものである。

本事業は期間を2年間とし、前述の BDF の品質基準達成のために、原料投入の前の段階で廃食油の品質のチェックを厳格に行い、出来上がった BDF についても品質検査を毎月一回は行い、その結果を基に製造工程での内容の調整を行うことで、PNS 基準に準拠した品質<sup>40</sup>の達成を目指す。

本事業の円滑な運営のためには廃食油回収、BDF 製造機械の運転、BDF の自家消費という三要素のすべてが整う必要があり、廃食油の回収体制の確立が必要条件である。BDF 製造のみでの経済採算性は劣るものの、環境負荷の軽減が可能であり、環境保護コストを含めた全体として有用であると考える。

また BDF の製造コストの削減、BDF 製造装置のコスト削減は継続して取り組む考えである。

#### 4.2.2 カウンターパート（先方実施機関等）

- (1) 先方実施機関：フィリピン中央政府の環境天然資源省の指導のもと、導入対象となる地方自治体である市、町の環境管理部が中心となって推進することを想定する。
- (2) 対象地域：ラグナ州およびボホール州を対象とする。
- (3) 対象機関：ラグナ州ロスバーニョス町、ボホール州パングラオ町及びタグビララン市

これらの機関の選定理由としては、ラグナ州ロスバーニョス町は提案企業が自社製品を早い段階から持ち込みデモンストレーションを行い、その後案件化調査において試験生産を行った自治体であり、今後普及・実証事業を行うにあたり基礎準備ができあがっていることが挙げられる。またボホール州パングラオ町、及びタグビララン市については、円借款によるボホール新空港建設計画に関連して JICA による有償技術支援一付帯プロジェクト「新ボホール空港建設及び持続可能性型環境保全事業」が進行中であり、同プロジェクトとの連携可能性を考えるなかで、ホテル、リゾート施設からの廃食油の排出量が多くこれらの適正な処理が自治体にとっての課題になっており、環境保護への対応が緊急に望まれていることが判明した。同自治体を訪問し意見交換をした結果、普及・

<sup>40</sup> 「3.2.3 製造した BDF の品質」において触れているように、日本の「協議会モニタリング規格」で規定される5項目と脂肪酸メチル含有率の項目を対象にして、PNS 基準に準拠した品質の達成を目指している。



実証事業に対して積極的に対応したい旨が確認されたことから、対象として選定したものである。

本事業においては、廃食油を長期安定的、廉価で回収する体制を構築することが必須条件であり、機材装置の運転、BDF 製造の実証のみならず、BDF の原料となる廃食油の回収体制が確立できるかどうかも含めて検証を行うものである。自治体ごとに行政運営状況、住民の協力状況が異なることから、一自治体だけでの検証では不十分であり、複数の自治体において異なる行政運営、異なる住民協力状況下での検証が必要と考えられる。

#### 4.2.3 カウンターパート、関連公的機関との協議状況

ラグナ州ロスバーニョス町に対しては、提案企業は本調査において BDF 製造装置の試験運転を指導しており、普及・実証事業については歓迎する旨を表明している。既に機材の運転方法にも習熟しており、実証すべき課題に対して適切な対応が可能である。同町では、管理者 1 名、直接作業員 2 名による運営体制を取ることとしており、BDF 製造に関しては、3.5.2「BDF 生産事業の経済性評価」での分析にあるように、週に BDF を 400 リットル製造するとして、労務費を除いて週に 7616PHP (BDF100 リットルにつき廃食油、副材料、水道光熱費など 1904PHP が必要) の負担が同町に生じる旨認識している。

ボホール州パングラオ町に対しては BDF 製造システムの概要については既に説明済みであり、また同町町長及び幹部職員はロスバーニョス町での BDF 製造装置の試験運転状況を既に見学済みである。さらに同町町長は廃棄物処理施設の一角に BDF 製造装置を設置する意向であり、その設置場所については現場状況を確認済みである。同ボホール新空港の建設プロジェクトがあることから、観光客の増大にともなう町としての環境負荷への対応が急がれており、BDF 製造装置の普及・実証事業での導入について強い希望を表明している。合わせて廃食油回収を義務付ける町条例の制定を検討している。提案企業は、同町町議会において、BDF 製造システム及び廃食油の回収システムに関する説明を実施済みであり、地域住民の環境意識の向上と廃食油回収システムへの協力要請を目的としたバラングイキャプテンを町庁舎に集めての概要説明も実施済みである。

タグビラン市に対しては、市長との面談を通じて廃食油回収事業の重要性を説明し市長より同事業に対して興味がある旨の意思表示があったがより具体的な協議については BDF の試験生産の状況を詳細に確認してから進めたいとのことであった。今後も協議を継続する予定である。

環境天然資源省の環境管理局は M/M 署名にあたっての Witness として参画することが考えられる。次善の候補はエネルギー省再生エネルギー管理局のバイオマスエネルギー管理部である。日本の NEDO や JICA と案件を推進しているのでそれらを前例として体制を作れるとのことである。

#### 4.2.4 実施内容及び実施方法

##### 1) 対象製品の導入及び効果の検証

事業期間中、自治体主導による廃食油の回収システムがきちんと構築されたうえで円滑に機能するかどうか、できあがった BDF が自治体の公用車に効率的に使用されるかどうかを実証する。そのためには自治体による法的規制の導入が必要でありその実現を働きかける。廃食油の回収体制の構築に当たっては、回収対象を事業系以外に地域を限定するもの一般家庭へまで

拡大した廃食油回収を実現することとする。事業主体は地方自治体とする。廃食油回収については事業系からの廃食油の回収を主とし、家庭からの廃食油の回収は地域を限定して行う回収体制とする。自治体が廃食油の回収計画、実施方針、実施方法を策定する。また廃食油の回収に関しては条例等の法規制を導入する。本事業により必要となる自治体側の費用は自治体に予算化される。また本事業における保守管理は自治体により行われるが、必要に応じて協力会社である THKS 社が同サービスを提供できるバックアップ体制が整えられている。

本事業の開始に際して、機材の輸送、据付、設置は提案起業が行う。対象製品はそれぞれの自治体に1台ずつ、合計3台を導入の上、各自治体が専任の担当者、作業員を配置し、期待される品質のBDFが十分に効率的にかつ適正に製造できるかどうかを検証する。そして製造されたBDFの品質は良好かどうか、また効率的に費消されているか、その結果、当該地方自治体にとって有益となる公用車でディーゼル燃料費用の削減につながっているかどうかを検証する。

作業工程、作業内容、製造物については各種数値を適切に記録することにより、問題発生時の原因の追及を容易にする。排水の適正処理にあたっては、現行の処理方法である食塩による「攪拌油脂分離法」のほかに、専用濾過装置を併用して排水を生じさせない製造方法である「濾過法」の有効性も同時に検証する。モデル事業としてシステム全体としての円滑な運営が可能か否かを実証する。

#### 2) 環境担当者、廃棄物処理担当者に対する教育・研修

当該地方自治体の環境担当者、廃棄物処理担当者に対して、現地において法制面、技術面、実務面から教育、研修を行う。これらは提案企業及び協力会社である THKS 社が共同で行う。

#### 3) バランガイリーダーに対する啓発・教育

日本の町内会、自治会に相当するバランガイのリーダーに対して、環境面、廃棄物処理の面から、家庭から出る廃食油の適正な処理がなぜ必要なのか、不適切な処理による環境への悪影響はどんなものがあるかなどについて啓発、教育を行い、市民の環境意識の向上を目的に知識の浸透に努める。

#### 4) 本邦受入活動

当該地方自治体の担当者に対して、日本における廃食油を用いた BDF の生産・利用の取り組み及び支援状況、政策的な枠組みについて理解を深める。

### 4.2.5 実施体制及びスケジュール

#### 1) 実施体制

JICA と導入予定の地方自治体であるラグナ州ロスバーニョス町、ボホール州パングラオ町、タグビラン市と提案企業との間で協議議事録を取り交わす。中央政府である環境天然資源省及びラグナ州、ボホール州は Witness として関与する。

提案企業は外部人材としてコンサルティング企業、技術専門家を起用する。技術専門家のうち一名は鈴鹿高専の沢田教授を予定している。



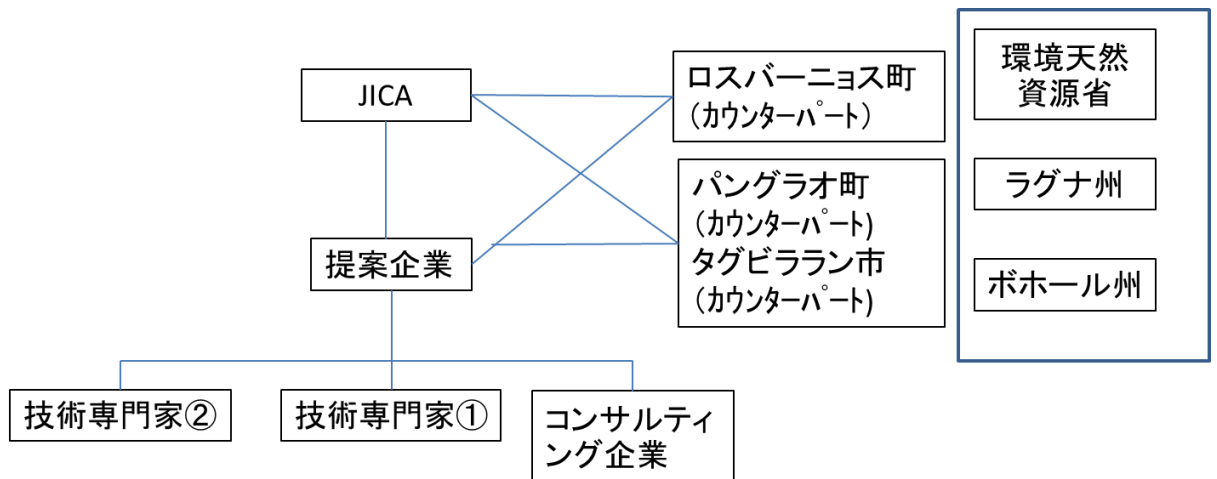


図 4-1 実施体制図

2) スケジュール

2015年冬に採択後、全体で2年の日程を想定する。

主な日程は以下の通りである。

	2016												2017												2018		
	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3			
契約、協議議事録取り交わし	■																										
事業計画策定	■																										
①対象製品の導入及び効果の検証	■			■			■			■			■			■			■								
対象製品の導入・効果の検証	■			■			■			■			■			■			■								
採算性の検証	■			■			■			■			■			■			■								
②市の環境廃棄物管理担当者に対する教育・研修	■			■			■			■			■			■			■								
③ハランガイキャプテンに対する啓発・教育	■			■			■			■			■			■			■								
④農村地域、水質汚染地域に対する対象製品の紹介及び試験導入	■			■			■			■			■			■			■								
現地作業	■			■			■			■			■			■			■								
報告書作成・提出	▲																					▲					

図 4-2 実施スケジュール

2016年	
4月	協議議事録署名に向けた交渉開始
6月	協議議事録署名完了、契約締結
7月	第一回現地出張
9月	機材受注、製造開始
10月	機材完成、輸出
10月	第二回現地出張、機材据え付け完了
2017年	

2月	: 第三回現地出張
4月	: 第四回現地出張、実証実験開始
6月	: 第五回現地出張
7月	: 第六回現地出張
9月	: 第七回現地出張
11月	: 第八回現地出張、実証結果の確認
12月	: 業務完了報告書（案）提出
2018年	
1月	: 第九回現地出張、結果報告
2月	: 業務完了報告書提出

#### 4.2.6 協力額概算

##### 1) 協力額算出の前提

提案企業の製品であるワンダー100を濾過装置と共にロスバーニョス町、パングラオ町及びパングラオ町に隣接するタグビラン市へそれぞれ1セットずつ計3セットを導入して実証事業を行う。研修は現地において各町において3人ずつとし、それぞれの地域において1週間にわたり実施する。実証実験はそれぞれの地域において12か月間行う。

BDFの品質の確認は、毎月一回それぞれの3つの実証地域ごとに品質検査を外部に委託することから合計27回を想定する。

上記協力額以外に、実施主体となる地方自治体に対しては、作業員の労務費、水道光熱費、副材料費の負担が求められる。

##### 2) 実施中及び実施後の機材の維持管理

対象機器であるワンダー100は、構造が単純であり定期的な交換が必要となる部品はない。濾過装置は一台につき6か月の操業毎にフィルターを取り換える必要がある。交換するフィルターの数量は一枚であり、価格は一枚約8,000円である。交換にあたっては特別な技術は必要とせず、事業主体となる地方自治体で対応可能である。ただし特別な部品の交換が必要な場合は、提案企業と長期にわたり協力関係にあるフィリピンの地元企業であるTHKSバイオメンテナンスサービス社が担当する。

日常の機材の点検については、製造作業に従事している作業員が作業終了後に機材の清掃、駆動箇所の異常の有無を目視により確認することで対応する。ロスバーニョス町での試験生産ではワンダー100一台の運転につき2名の直接作業員が必要であったことから、カウンターパートには同様の人員確保を要請することを想定している。

#### 4.2.7 実証活動にて実証すべき内容

実証活動にて実証すべき内容は、BDF 製造の原料となる廃食油の確保、BDF の製造、BDF の自家消費または外部販売の3つの分野に分けることができる。それぞれの分野における実証すべき内容は下表の通りである。

表 4-3 実証活動にて実証すべき内容

原料供給	廃食油回収	回収が計画通りに実行されているか
		日々の回収状況（日ごとの回収数量、保有在庫数量等）を適正に記録しているか
	保管	回収ステーション（対象地区の各バランガイに一個ずつ設置予定）の環境保全度は適正か（汚くなっていないか）
品質	水分の入り込まない環境で適正に保管されているか	
	回収された廃食油の品質は許容範囲内か 劣後品質の廃食油の利用が適正におこなわれているか	
BDFの製造	原料の品質	原料投入の前工程で投入予定の原料の品質チェックは行われているか
	製造工程	各工程の時間配分は適正に行われているか
		各工程での温度管理は適正に行われているか
		不純物の混入を防止する適正な管理が行われているか
		副材料の保管は適正に管理されているか
		各工程で生ずる排水の処理は適正に行われているか（排水をとまなう方法の場合）
		濾過装置の使用に当たって適正に管理されているか
		副産物の処理は適正に行われているか
		BDF製造設備は計画通りに運転されているか
	BDFは計画通りに製造されているか	
計画通りに運転、製造されていない場合の原因の特定とその対策は講じられているか		
現地特有の事情に対する対応は適切に行われているか		
BDFの品質	製造されたBDFの品質は基準を達成しているか	
BDF消費販売	自家消費	公有車の燃料として適切に消費されているか
	外部販売	余剰が生じた場合の外部販売先は適切に確保されているか

留意事項としては以下の点が挙げられる。

- ・事業主体（当該事業運営の損益責任を負う機関）を明確に確定しておくことが必要である。
- ・本事業の経済採算は決して良好なものではないが、環境保護及び改善に喫緊の課題をもつ地方自治体にとっては有益である。

本事業においては、事業採算性はあくまでも参考数値として位置づけるべきである。長期安定的に機能する効率的な廃食油回収体系が構築できるか否かが大切であり、これについては地方自治体による強い主導権の発揮が必要である。

#### 4.2.8 具体的な開発効果

これらにより期待される開発効果は、廃食油の流入による河川、海洋汚染の軽減、BDF 使用車両による排ガスに含まれる黒煙減少による大気汚染の軽減、地方行政のインフラ整備能力の向上である。

水質汚染の軽減に関しては定量的なデータを示すことは困難であることから、廃食用油の下水、河川、海洋への直接投棄の削減可能量について概算での推計を試みる。推計の前提は、各自治体において一世帯当たりの一週間で食用油を1リットル使用するものの4回程度再利用した後に月に一度の頻度で排出され、そのうちの半分が下水、河川、海洋に直接投棄されていると想定する。この前提で推計を行うと、各自治体において一般家庭から下水、河川、海洋への直接投棄されている廃食用油は月ベースでみて、ロスバーニョス町では1万2,000リットル、パングラオ町で2,800リットル、タグビララン市で1万リットルであると推計される<sup>41</sup>。これは家庭系のみを考えた場合であり、事業系からの排出は考慮していない。将来本事業が発展し、各自治体において家庭系の廃食用油をすべて回収することができるようになれば、これだけの数量の直接投棄を削減することができると考えられる。

大気汚染の軽減に関しては、第3章 活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果「3.2.4 製造したBDFの利用・効果の確認」でも述べたように、公共交通機関として運行されている型式の古いディーゼルエンジンを動力とするジプニー車両において、排ガス中の黒煙濃度の大幅な軽減が可能であることが検証できている。

#### 4.2.9 無償資金協力（中小企業ノン・プロジェクト無償資金協力）

普及・実証事業以外に無償資金協力事業も ODA 案件として提案したい。

表 4-4 無償資金協力（中小企業ノン・プロジェクト無償資金協力）

案件名	バイオディーゼル製造装置の提供 (無償資金協力(中小企業ノン・プロジェクト無償資金協力))
先方実施機関	①フィリピン環境天然資源省 ②対象地域の州の環境管理局
対象地域	①ラグナ州 ②ボホール州
対象機関	地方自治体
実施内容	バイオディーゼル製造装置及び関連機器を提供

廃食用油の適正な処理を推進し、河川、海洋汚染を防ぎ、環境保護を推進するために、提案企業の製造する BDF 製造装置及び関連機器を提供する。同時に廃食用油を長期安定的に、低コストにて回収するシステムを対象地域の地方自治体を中心として構築する。これは脆弱性の克服と製造基盤の安定を中目標として掲げているフィリピン国に対するわが国の援助方針のうち、水環境のインフラ整備という点で合致するものである。

<sup>41</sup> ロスバーニョス町の人口は 101,884 人、パングラオ町は 28,603 人、タグビララン市は 96,792 人で、世帯数ではロスバーニョス町は 23,775 世帯、パングラオ町は 5,650 世帯、タグビララン市は 19,968 世帯である。

(出所: National Statistics Office, 2010 Census of Population and Housing)

### 4.3 対象地域及びその周辺状況

対象地域はラグナ州、ボホール州とし、ラグナ州ではロスバーニョス町、ボホール州ではパングラオ町及びダグビララン市を想定する。

#### 4.3.1 ラグナ州ロスバーニョス町

同町を選定する理由は、提案企業が市場調査実施時にロスバーニョス町長から強い興味が提され、提案企業がデモンストレーションを実施したこと、また案件化調査においても現地で BDF の試験の製造を行っていることによるものである。

同町はプラスチックバックの使用を 2008 年からから条例で禁止し、ごみの分別回収や減量化を推進するなど、環境汚染問題については早い段階から自治体として取り組んでいる。

ロスバーニョス町では町政府の主導により市内のファーストフード店とレストラン等の事業者から強制的に廃食油を回収する、という内容の条例の制定を検討中である。また一般家庭からの回収については、廃食油の品質を均一に維持することが困難で、費用対効果が薄いことから、当面実施する予定にはない。

ロスバーニョス町単独では事業採算性を確保するための十分な量の廃食油の確保が困難であることから、周辺の市と連携する考えである。ロスバーニョス町にて廃油回収後の BDF 製造を行うものの、廃油の回収地域については隣接する市、町へと拡大し、回収量の増加を狙う考えであり町長の強力なリーダーシップが求められる。

隣接する自治体であるカランバ市には、ファーストフード店がジョリビー店舗だけでも 10 店あり、また有名な菓子メーカーの工場もあることから、これらの店舗等から廃食油回収への協力が得られれば一気に回収量は増加するものと考えられる。

これらの実現にあたってはロスバーニョス町のみならず、周辺の市町においても同様の条例の制定、市町長令の制定による法的な強制が必要となり、自治体首長の環境意識の高さ、取り組みへの真剣さが必要である。自治体が環境対策への支出を厭わない考えを持っていることが必要である。

#### 4.3.2 ボホール州パングラオ町、ダグビララン市

これらの町を選定理由は、ボホール新空港の建設が円借款によって進行中であり、同州は観光都市であり、州をあげてエコツーリズムを推進しているからである。この地域においては工場の建設は原則として認められていない。

パングラオ町では、ダイバー等観光客から一定の環境税を徴収している。また同町では廃食油の河川、下水、浄化槽への投棄によってもたらされる水質汚染を防止するために、すべてのホテル事業者、住民に対して、廃食油の投棄の禁止と町の指定場所への回収を義務付ける条例の制定を検討している。

町長は現在町長令 (Executive Order) を起草中であり、合わせて町議会でも条例 (Ordinance) 制定に向けて準備中である。具体的な内容は、事業者、一般家庭に対して、使用済み食用油の投棄を禁止し、町指定の場所に供出のうえ、町が行う回収事業に協力する義務を負わせる、というもので

---

ある。また廃食油から製造する BDF は町の公用車に使用しディーゼル燃料費の削減を行う、という内容も含まれている。

同様にタグビラン市においても潜在的に機器導入の可能性がある。市長は先に実験を行いその成果を確認したうえで導入を検討する考えである。

#### 4.4 他 ODA 案件との連携可能性

連携の可能性がある他の ODA プロジェクトとしては、新ボホール空港建設に関する円借款プロジェクトに関連して現在進行中である環境保全での JICA による有償技術支援—付帯プロジェクト「新ボホール空港建設及び持続可能性型環境保全事業」が挙げられる。

当該付帯プロジェクトでは家庭、事業所にセプテックタンクを設置して排水の適正処理を推進しているが、廃食油を台所の流し台から放流する或いはセプテックタンクに直接投棄する事例が多くあり、これによりセプテックタンク内の微生物が死滅することにより水質浄化機能が損なわれる状況が発生している。この状況に対し、自治体が中心となって廃食油を直接回収するシステムを構築することができれば、付帯プロジェクトにおいてもセプテックタンクの水質浄化機能維持の面で効果があると考えられ、連携の可能性がある。

#### 4.5 ODA 案件形成における課題

1) 地方自治体が事業主体となること

本事業の推進において町、市当局が事業の損益責任を負う事業主体になることである。本事業は、経済採算性は劣るものの環境負荷軽減に資することから、経済採算の議論だけでなく、環境保護コスト負担の議論がなされる必要があり、市町当局が主導権を発揮して運営することが必要である。特にディーゼル燃料価格の変動によって経済採算性が大きく振れることに対応する必要がある。

2) 環境保護に関する法的規制の導入

環境保護に関してボランティアベースではなく法的規制を導入した強制力が必要であり、自治体において計画を履行できるかの重要な鍵となる。

3) 機材単独ではなくシステム全体の導入が必要

単なる製造機材の導入ではなく、原料調達、製造、消費販売のシステム全体の構築が必要である。具体的には、良質の廃食油を確実に定期的に安価に回収できるシステムの確立が必要である。

4) 現地の実情に適応した体制の整備

当該自治体の回収対象地域の実情に即した回収方法を考案する必要がある。日本の事例は存在するもののフィリピンとは条件が異なることからフィリピンの実情に合わせた体制を検討する必要がある。

5) 既存システムとの利害対立の発生

地方自治体が本事業を推進しようとしても、地元独自のシステムが成立していて利害対立が生じる可能性があることから対応に注意が必要である。



---

## 第5章 ビジネス展開の具体的計画

### 5.1 市場分析結果

<非公開>

### 5.2 想定する事業計画及び開発効果

<非公開>

### 5.3 事業展開におけるリスクと課題

<非公開>

---

## 別添資料

<非公開>

## Summary

### Chapter 1 State of the subject country

#### **Political economy of the subject country**

Although the growth rate of the Philippine economy slowed in 2011 due to stagnant external demand, in 2012 it achieved the highest GDP growth rate of any major ASEAN country. In 2014, a delay in government spending developed, and GDP growth rate for January through September was slow at only 5.8 percent year-on-year. Domestic consumption expanded well, however, so the final figure was 6.1 percent, a little slower than the year before<sup>1</sup>. The head of state is Benigno Aquino III, who took office in June 2010. President Aquino's management of the government, with its emphasis on anti-corruption measures, has been well-received at home and abroad, but his term expires at the end of June 2016.

The subject region, Los Baños, is an administrative organization in the province of Laguna on southern Luzon Island. Laguna is adjacent to the capital, Manila. In the north is the southern shore of Laguna de Bay, which is the Philippines' largest lake and a water source for the Manila area. It is one of the five provinces that make up Region IV-A (CALABARZON). CALABARZON Region is one of the most industrialized in the subject country, and the automobile industry has a broad presence in Laguna in particular. The region is characterized by an industrial structure more focused on manufacturing than is the case in other regions. Santa Cruz is the provincial capital. It comprises 6 cities and 24 municipalities. Los Baños is a first-class urban municipality in the province of Laguna with its own abundant finances. It is noted for its status as a research city with research institutions of national and international renown. Caesar Perez was first elected Mayor of Los Baños in 2001. He is highly regarded for his leadership in passing and implementing regulations for a solid waste management system. He later became Vice Governor of Laguna before becoming Mayor of Los Baños again in 2013, in which position he still serves.

#### **Development issues**

In the subject country of the Philippines, rapid economic development and urbanization have concentrated populations, worsening water and air pollution. There is concern about health hazards to residents and economic losses to various industries.

The Clean Water Act of the Philippines was passed in 2004 to combat water pollution. The Department of Environment and Natural Resources (DENR) sets related regulations. Water quality standards classify nine water regions, with water quality and discharge standards for each. Laguna de Bay, next to the subject areas, is an important environmental resource of the Philippines. The Laguna Lake Development Authority (LLDA) was established to oversee its development and protection of its environment. It monitors water quality, including various activities. Figures monitored in Laguna de Bay meet the above standards, but in 2012 a lack

---

<sup>1</sup> IMF, "World Economic Outlook Database"

---

of dissolved oxygen (DO) caused a mass die-off of farmed fish, so water pollution measures remain an important issue.

As for air pollution, black smoke included in automobile exhaust is considered a major cause. The number of registered automobiles is going up, and about one-fourth of currently registered autos are diesel vehicles<sup>2</sup>. Among them, jeepneys, a form of public transportation, have refurbished diesel engines. Air pollution from black smoke in exhaust gases due to poor combustion efficiency is considered a problem. To fight air pollution, DENR sets an air quality benchmark index based on the Clean Air Act (RA 8749, 1999) and carries out nationwide monitoring. Although an improving trend is visible in Metro Manila, the standard is not met, and health hazards related to air pollution are seen. In particular, although there are various rules for automobile exhaust gases, only about 20 percent of vehicles meet the standards. Multifaceted measures against air pollution are necessary.

### **Policies and legal system concerning biodiesel fuel (BDF)**

As for the state of biodiesel in the subject country, the Philippines Biofuel Act (Republic Act 9367) was passed in 2006, and BDF began to be used in 2007. Today, diesel fuel with a 2-percent mix of BDF (B2) had disseminated nationwide, and a policy of encouraging use of increasingly high BDF mixtures will continue. The scheduled increase of the mixture to 5 percent in 2013 will likely take place in 2015, according to an interview with the DOE.

The main legal provisions for the production and dissemination of BDF are the Biofuel Act of 2006 (Republic Act 9367) enacted in 2007 and the Renewable Energy Act of 2008 (Republic Act 9513) enacted in 2008, with regulations established by the DOE as supervisory authority. Raw material for BDF in the Philippines is supplied from coconuts, a major agricultural product in the country. Production volume is expanding along with the increase of the mixture percentage. The quality of BDF for mixture with diesel fuel for general distribution is set by the Philippine National Standard (PNS/DOE QS 002: 2007) and monitored by the DOE. DOE commented that it does not intend to restrict BDF production in the form of small-scale production for self-consumption or supply/consumption based on individual contracts, as contemplated by this study. In a past ODA project on BDF production and use utilizing used cooking oil, USAID provided support, but the project did not continue after completion of a six-month demonstration experiment.

### **Business environment of the subject country**

Policy on acceptance of foreign investment in the subject country is basically set by the 1991 Foreign Investments Act (Republic Act No. 7042, amended 1996). The Act permits 100-percent investment of foreign capital, with a separate negative list of entry regulations and prohibited industries for foreign capital and different restrictions on foreign capital ratios for different industries. The most recent list is the Tenth Regular Foreign Investment Negative List (May 29, 2015, Presidential Executive Order No. 184). It does not cover any business expected to be involved with this project, so our judgment is that no industry type covered by foreign capital restrictions will be involved.

---

<sup>2</sup> Philippine Statistics Authority, "2014 Philippine Statistical Yearbook 13-6," 2014

## Chapter 2 Possibility of use of proposed company's product/technology and direction of overseas project development

### Characteristics of product/technology

The "Wonder 100" used by the proposed company for this study is an apparatus that uses a methyl esterification alkali catalyst method to cause a reaction with methanol, refining used cooking oil and other vegetable oils into BDF, an alternative diesel fuel.

The subject product BDF refinement apparatus uses the stable technology of the alkali catalyst method as its refinement technique. The company has expertise in agitation equipment (propeller-shaped) in an agitation process in which fats and oils included in used cooking oil are made to react with methanol. The product is well-regarded for its high BDF refinement efficiency. Furthermore, it successfully distinguishes itself from competing Japanese products by using a wet process to efficiently perform the neutralization, washing and dewatering that make up the refinement process.

The product is about the size of a compact washing machine. It has the capacity to produce roughly the same amount of BDF from a 100-liter batch of used cooking oil. Its compact size makes it easy to move and install, enabling a flexible processing system in which the number of devices can be increased to meet changes in necessary processing capacity.



Product name	Wonder 100
Processing capacity	100 l/about 6 hours (1 batch)
Size	H 1,470 mm × D 750 mm × W 750mm
Weight	170 kg (dry weight)
Power	Three-phase electric 200 V 5.2 kW
Setup	Indoor, level, setup
Operating temperature	0–40°C
Sale price	¥3.5 million/each

This study carried out a small-scale demonstration experiment performed by local operators on an ongoing basis to verify the following characteristics.

- 1) Structure is relatively simple and less prone to breakdowns.
- 2) Matches the in-country power situation by enabling conversion to the same phased 220 V power used in homes.
- 3) Achieves high refining efficiency.

### Proposed company's overseas expansion position

The proposed company has been operating a BDF production facility since 2010 with the aim of fueling its own vehicles. In Japan, it produces 10,000 liters of BDF per month. It uses some of the BDF 100 percent (B100) in-house and sells the rest to outside transport companies.

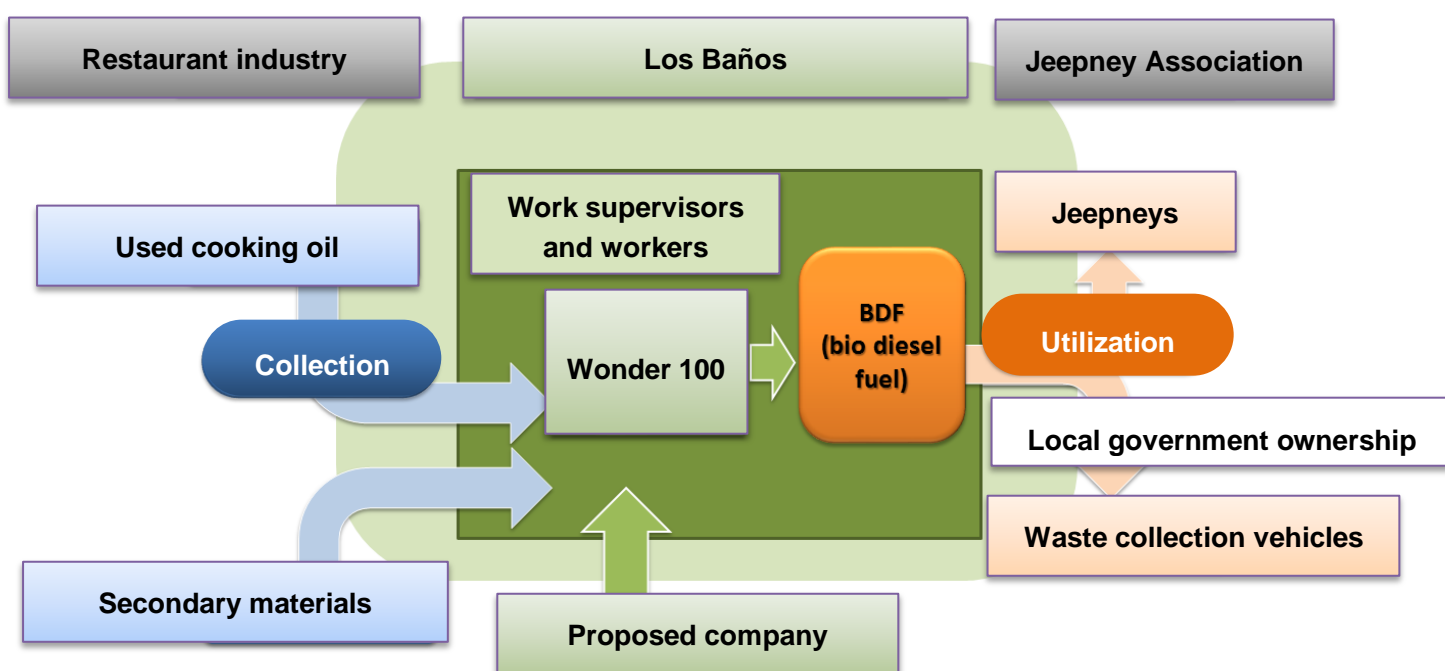
The company's connection to the Philippines began in 2010, when a then-member of the Congress of the Philippines toured its plant. It has since visited multiple cities and talked with local stakeholders. Today, it proposes projects using used cooking oil for BDF production and promotes sales of the Wonder 100 in the Philippines and China. Wonder refinery equipment comes in three types depending on processing capacity. For overseas business, the company promotes sales of its smallest type, the Wonder 100, because of its ease of local maintenance and low operating cost.

For now, its plan for overseas expansion is to concentrate on the Philippines. Along with working on dissemination of its local-production for local-consumption BDF model in the current project candidate area of Los Baños, Laguna, it plans to proceed with development of that model in adjacent areas as well. Interest has been expressed from other provinces and cities of the subject country that were visited or exchanged ideas through this study. The company plans to continue exchanging ideas with such parties.

### Chapter 3 Findings of study of product/technology and examination of possibility of use

#### Introduction of suggested product and confirmation of business structure

In this study, the BDF refining apparatus using used cooking oil Wonder 100 produced by the proposed company is introduced to local governments in the subject areas. The aim is for the local governments to become the implementing bodies constructing local-production for local-consumption BDF production systems. In this local-production for local-consumption BDF production business model, the local governments would collect used cooking oil locally, and after using the Wonder 100 to refine it into biodiesel, use a certain amount themselves and allow area public transportation (jeepneys) to use the rest. Ideas on this were exchanged, and the project's form, needs, and division of labor were confirmed.





---

In this study, a Wonder 100 already brought into the Philippines by the proposed company was moved to Los Baños, and the company provided technical guidance while examining the production of BDF from used cooking oil along with the local government. It was agreed that collection of used cooking oil would be set up for fast food restaurants in Los Baños, with the BDF produced supplied for diesel engine vehicles in the city for the time being, building a system for sustained use.

### **Implementation of verification activities**

Based on the above agreement, verification activities were carried out regarding ongoing production of BDF from used cooking oil, with BDF 100 percent (B100) used.

Verification activities of BDF production in Los Baños were performed from early February to early April 2015. During initial production, guidance including operation of the Wonder 100 was performed in person on site, but later local government employees took over, with guidance on questions and production situations provided through immediate telephone contact when necessary. Production was performed a total of 35 times during the verification activities period. At first, the same refining method used in Japan was applied, but the raw materials for cooking oil used in the subject country are different from those used in Japan, so the methyl esterification reaction was found to be insufficient. The refining method was therefore rethought.

### **Utilization and effects of the BDF produced**

As discussed above, there is a Philippine National Standard (PNS/DOE QS 002: 2007) for BDF mixed with diesel fuel for general distribution (currently 2 percent), with standard values set in 29 categories. In meetings with the DOE for this study, they responded that the BDF refining and use contemplated for this project would have limited number of users and expected the use of 100 percent BDF, so compliance with the standard would not necessarily be mandatory. However, the proposed company noted that strict compliance is necessary when using B100 BDF without mixing it with diesel fuel in Japan, so it made a policy of complying with the above Philippine National Standard. It is adjusting its refining method while verifying quality and is transferring the technology to local workers. Furthermore, this study considers the reduction through use of BDF of black smoke that causes air pollution to be an important effect, and it confirmed the applicability to emissions standards of reducing black smoke in diesel exhaust. Specifically, the cooperation of the local Jeepney Association was obtained, and black smoke concentrations in emissions from two jeepneys were measured when using general diesel fuel and when using BDF. Findings confirmed a major reduction in black smoke when using BDF. At the same time, producers were given guidance on methods for processing the wastewater and glycerin generated by BDF production, and multiple processing methods were considered.

### **Possibility of future expansion of BDF production business**

For future expansion of the BDF production business, it was checked how much used cooking oil used as the raw material for BDF could be collected. Sufficient demand was confirmed just in Los Baños in terms of sales meeting user needs such as diesel vehicles including waste collection trucks belonging to the city and jeepneys belonging to the Jeepney Association. Meanwhile, ideas were exchanged with the city on issues such

as the need to expand collection of used cooking oil from businesses and how to collect it from ordinary homes.

### **Economic evaluation of BDF production business**

Finally, the economy of producing BDF locally was checked through these verification activities. It was confirmed from data on the cost of procuring raw and secondary materials in Los Baños that the manufacturing cost (not including depreciation of the equipment) of BDF is 22.5 PHP/liter, which is less than the approximately 33 PHP/liter cost of diesel fuel sold at gas stations. Furthermore, if the city purchases the subject apparatus and consumes the BDF that it produces, the time required to recover the investment would vary greatly depending on 1) the price of diesel fuel sold at gas stations and 2) number of operations performed (amount of used cooking oil that can be collected). The city cannot control 1), so it again confirmed the importance of stable collection of used cooking oil at a low price for 2). Opinions were also exchanged regarding lowering manufacturing cost by changing the way secondary materials are procured.

## **Chapter 4 Concrete proposal for conversion into ODA project**

### **Overview of ODA project**

An issue made clear by this study is that although used cooking oil needs to be disposed of appropriately, at ordinary homes it is poured right down the kitchen sink, dumped into household septic tanks, or thrown onto gardens or nearby land. This is a problem of environmental protection for local government. Collection of used cooking oil is necessary from the perspectives of preventing water pollution and appropriately managing shorelines and beaches.

To solve these problems, we propose "dissemination/demonstration" and "grant aid" as ODA projects. The goal for the time being is a "dissemination/demonstration project" implemented at a time that will have continuity with this study and that can thus expect greater success. "Grant aid" should be examined in detail as environmental ODA for the Philippines over the medium to long term.

	Dissemination/demonstration project for dissemination of local-production for local-consumption biodiesel production system	Provision of environmental protection related equipment (grant aid)
Objectives	1) Prevent water pollution by shifting to appropriate disposal of used cooking oil 2) Alleviation of air pollution through a reduction of black smoke in the exhaust of vehicles that use BDF used cooking oil	Raise level of waste management through provision of environmental protection related equipment including subject product

	3) Raise level of waste management 4) Increasing awareness of the subject product	
Subject areas	Laguna Province and Bohol Province	Local governments where tourism is the main industry and the environmental load from that industry is large
Subject organizations, etc.	Los Baños, Laguna; and Panglao and Tagbilaran, Bohol	Local governments
Details	1) Demonstration of effects of adoption of subject product (biodiesel manufacturing apparatus) 2) Education and training of environmental and waste managers at the municipal level 3) Development and education of barangay leaders 4) Education and Training in Japan 5) Introduction of the subject product in areas with bad water pollution	Provision of equipment for processing used cooking oil, a major need in environmental protection

### **Concrete cooperation plan and development effects**

The objectives are preventing water pollution by shifting to appropriate disposal of used cooking oil, alleviation of air pollution through a reduction of black smoke in the exhaust of vehicles that use BDF, raising level of waste management, increasing awareness of the subject product

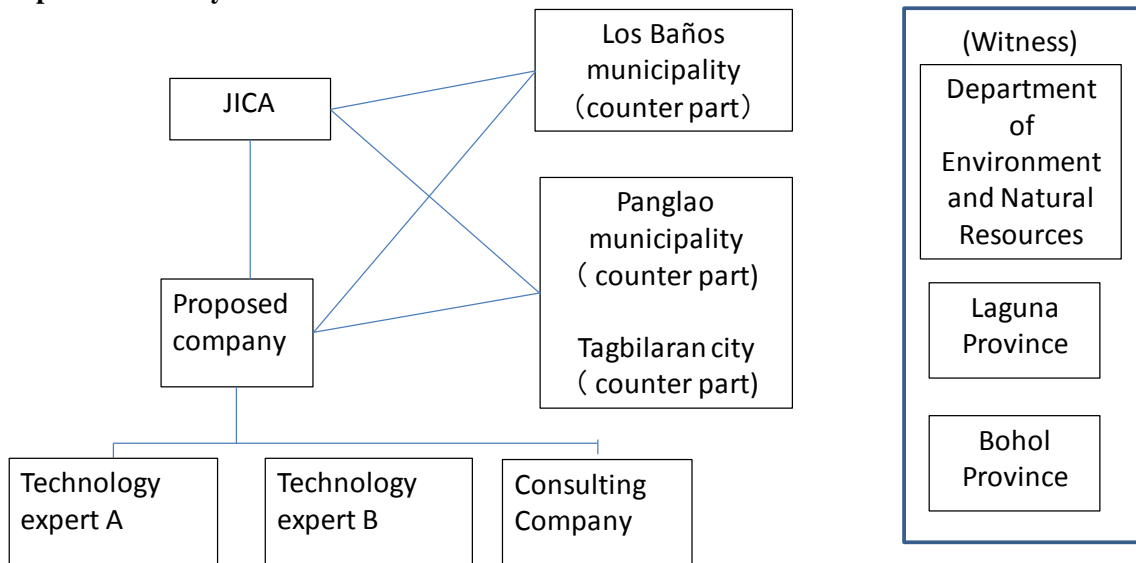
used cooking oilThe proposed company hypothesizes that if it can use its product the Wonder 100 and build a collection system for used cooking oil in cooperation with local governments in the Philippines, operation of a local-production for local-consumption biodiesel production system may be possible. Three things are necessary to establish an operating system for that business: 1) long-term stable procurement of used cooking oil at low cost, 2) manufacture of BDF through smooth operation of BDF manufacturing equipment, and 3) efficient consumption of the BDF produced. Verification of this is to be performed.

Counterparts are expected to be mainly the environmental departments of the cities that will introduce the equipment, under the guidance of the Department of Environment and Natural Resources of the Philippines central government. The subject areas are to be Laguna and Bohol Provinces. The subject organizations will be Los Baños in Laguna and Panglao and Tagbilaran in Bohol.

The content of implementation is to be verification of subject product introduction and effects, verification of the quality of the BDF manufactured using the subject product, and verification of the state of BDF consumption and of wastewater disposal.

Project name	Dissemination/demonstration project for dissemination of local-production for local-consumption biodiesel production system in the Philippines
Implementation partner organizations	Department of Environment and Natural Resources of the Philippines Environmental Management Bureau of Laguna Province Environmental Management Bureau of Bohol Province
Subject areas	Laguna Province and Bohol Province
Subject organizations	1) Municipality of Los Baños 2) Municipality of Panglao 3) City of Tagbilaran
Details of implementation	<p>1) Demonstration of effects of adoption of subject product</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Details of apparatus to be supplied: Subject product and filtration apparatus, one each, making a set of two.</li> <li>• Project targets: Provision of one set each to Los Baños, Panglao and Tagbilaran, making three sets total, and verification of effects.</li> <li>• During test operation of the subject product in each city, running and local responsiveness will be verified.</li> </ul> <p>2) Education and training of city environmental and waste managers</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implementation of training for environmental and waste managers</li> </ul> <p>3) Development and education of barangay leaders</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Creation of development/education tools (leaflets) regarding the importance of processing used cooking oil.</li> </ul> <p>4) Education and training implemented in Japan</p> <p>5) Introduction of the subject product in rural areas with and areas with water pollution</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Local governments facing problems with processing used cooking oil will be selected and provided with sets including the subject product.</li> </ul>
Structure on the Japan side	1) Proposed company 2) Technicians specializing in BDF manufacture and wastewater processing: two (advisors) 3) Consultant
Partner country investment	Discussion with Japanese side, acceptance of test introduction, trainers, attendance of training by environment and waste management personnel, use of various facilities, utilities costs, purchase of secondary materials
Dates	April 2016 through March 2018 (two years)
Approximate cost of cooperation	About ¥98 million (Provision of equipment, transportation costs, taxes and dues related to import of equipment, training instructor honoraria, training participant travel expenses and per diems, training operating costs, creation of development/education tools, human resources outsourcing expenses, etc.)

**Implementation system and schedule**



JICA, the local governments that are to adopt the equipment (Los Baños in Laguna Province and Panglao and Tagbilaran in Bohol Province), and the proposed company will exchange minutes of their discussions. The central government's Department of Environment and Natural Resources and the provinces of Laguna and Bohol will participate as witnesses. A schedule will be adopted in the winter of 2015. It is expected to cover two years overall.

**Concrete development effects**

Development effects expected from this are alleviation of river and ocean pollution from influxes of used cooking oil, alleviation of air pollution through a reduction of black smoke in the exhaust of vehicles that use BDF and raising level of waste management of adopting local governments.

**Conditions in subject areas and nearby areas**

Reasons for selecting Los Baños, Laguna Province, include the strong interest expressed by the Mayor when the proposed company carried out market research there and performed a demonstration. Furthermore, a verification test was performed there during the project feasibility study. Los Baños has addressed environmental issues from an early stage, prohibiting plastic bags by ordinance since 2008 and promoting the separation and reduction of garbage.

Reasons for selecting Panglao and Tagbilaran, Bohol Province, include the construction of a new Bohol airport that is progressing through yen loans, the province's status as a tourist destination, and its all-out promotion of eco-tourism. Furthermore, construction of factories in the area is not permitted in principle. Panglao collects a certain amount of environment tax from divers and other tourists. In order to prevent water pollution from the dumping of used cooking oil into rivers, sewers, and septic tanks, the city is considering enacting an ordinance to prohibit dumping by all hotels and residences. The mayor is drafting an executive order to that effect, and the town council is preparing to pass an ordinance.

**Possibility of collaboration with other ODA projects**

As for other ODA projects with which collaboration is possible, there is a yen-loan project for construction of a new Bohol Airport. In regards to it, JICA is engaged in paid technical assistance for environmental protection through the New Bohol Airport Construction and Sustainable Environment Protection Project. Collaboration to that project is possible.

## Chapter 5 Concrete plan for business development

### Market analysis results

The proposed company's ultimate business goal is the sale of BDF manufacturing equipment. In order to achieve that goal, it must work closely with the local governments that will be the implementing bodies of the BDF manufacturing project to construct a system for long-term, stable procurement at a low price of the used cooking oil that is its raw material. The supply of that raw material will affect the scale of the project.

For calculation of market scale, supply capacity of raw materials and potential in-house BDF consumption based on the number of diesel-powered official vehicles in Los Baños, Laguna Province, and adjacent cities, and Panglao, Bohol Province, and adjacent cities, where this study was performed, were used to estimate the salable number of Wonder 100s in the region.

### Sales and market scales

#### 1) Sales scale

Area	Supply side		Demand side		Wonder 100
	Used cooking oil recoverable amount liters/week		No. of official vehicles	Consumption demand from official vehicles liters/week	Salable number
	The city alone	Including adjacent cities			
Los Baños, Laguna Province	400	800	15	2,000	1–4
Panglao, Bohol Province	2,100	5,000	5–21	665–2,800	2–6

The potential salable number of Wonder 100s in Los Baños, Laguna Province, and adjacent cities is probably one to four. In Panglao, Bohol Province, and adjacent cities, it is probably two to six.

#### 2) Market scale

Based on the above-discussed estimate of sales scale in a limited region, we also estimate market scale if the scope is broadly expanded from the subject areas. While it is likely that introduction would be possible in a number of local governments on the Philippines' major islands, making a conservative estimate, there are four on Luzon, and one each on Mindoro, Palawan, Samar, Leyte, Mindanao, and Cebu. Two machines for each of those 10 local governments results in an estimated market of 20 machines. The proposed company



sells them in sets with filters for 2 million pesos, so the sale of 20 sets means an estimated market of about 115 million yen.

### **Supposed business plan and development effects**

A distribution/sales plan is assumed as follows.

Projected sales

Unit sales price	Sets	2,000,000	Unit: PHP
	First year	Second year	Third year
No. of sets sold	3	5	10
Sales	6,000,000	10,000,000	20,000,000

The unit sales price of 2 million pesos for a set comprising the main equipment and a filter includes transport costs, training costs, and a one-year warranty. The proposed company's headquarters and THKS will continue working together on sales activities targeting local governments. Sales are forecast at 3 sets for 6 million pesos in the first year, 5 sets for 10 million pesos in the second year, and 10 sets for 20 million pesos in the third year.

### **Sales methods and construction of a sales network**

Local governments are the main target for selling BDF manufacturing equipment. It takes a great deal of effort for the target local governments as the implementing bodies of BDF production business to construct the necessary smoothly-running system for recovery of used cooking oil as raw material, manufacture of BDF, and its consumption. The proposed company will spare no effort to develop sales activities while closely consulting with local governments, but the sales targets essentially are local governments that aggressively tackle environmental issues. Local governments in areas where tourism is the main industry are generally likely to meet that condition<sup>3</sup>.

Based on the recoverable amount of cooking oil, local governments that introduce manufacturing apparatuses can introduce one to three of them. Where the scale is small, collaboration with surrounding local governments can create a single wide-area project with a certain expected scale of used cooking oil recovery. Furthermore, development of BDF production business will require that local governments make recovery of used cooking oil mandatory.

When the projected used cooking oil recovery volume is about 500 liters per week, one Wonder 100 will be introduced. Additional machines can be added to meet increases in collection volume. The machines (Wonder 100) are sold in sets with filtration equipment at 2 million pesos per set. That price includes the cost of adaptation to Philippine specifications, tariffs and customs clearance costs, transport expenses, a one-year warranty, maintenance service, technical guidance, and education and training expenses. After expiration of

<sup>3</sup> High-priority areas are the following: Los Baños and Calamba in Laguna Province, Panglao, Tagbilaran, in Bohol Province and Boracay in Aklan Province. Furthermore, Pasay and Manila are urban areas estimated to have large potential amounts of recoverable used cooking oil.

---

the one-year warranty, operation and maintenance repair services can be obtained at cost. The cooperating Philippine company THKS Biomaintenance will perform maintenance and repair service.

#### **Development effects if the proposed company carries out project development**

- Appropriate handling of used cooking oil (Used Cooking Oil including sludge), which is considered hazardous waste under Philippine regulations, could be achieved.
- Dumping into sewers and septic tanks and on the ground could be prevented and separate collection could be achieved, contributing to improvement of the natural environment.
- It would contribute to reduced diesel fuel expenses for official city vehicles.
- It would contribute to alleviation of air pollution by reducing black smoke from diesel engine exhaust gases.
- It would create jobs for BDF personnel.

#### **Risks and issues in project development**

- 1) Sale of BDF manufacturing apparatus: main risks in the sale of BDF manufacturing apparatus
  - (1) Risk of uncollectable bills
  - (2) Maintenance claim risk
  - (3) Risk of non-functioning infrastructure
- 2) BDF production business: risks in the development of BDF production
  - (1) Used cooking oil procurement risk
  - (2) External BDF sale risk
  - (3) Risk of forced default by ordinance
  - (4) Legal and regulatory risk

#### **Newly emerged challenges and responses, etc.**

- 1) The BDF manufactured not meeting Philippine standards.

The fatty acid methyl ester (FAME) in BDF component analysis results was below standard value. Investigation of this problem found that transesterification in the manufacturing process was insufficient. Two-stage transesterification was adopted and reaction time was extended in order to solve the problem. Testing of BDF manufactured with two-stage transesterification found that although it improved on the previous figure, it still did not meet Philippine standards, so that is recognized as a future issue. The cause is believed to be that the quality of the used cooking oil recovered in the Philippines is different from that of Japan. Furthermore, moisture content was above standard value, but that can be addressed by lengthening the dehydration process.

- 2) Not meeting Philippine wastewater standards.

If the scale of BDF manufacture expands in the future, strict compliance with wastewater standards will be required. In response, two methods are being studied: use of polyaluminum chloride and omitting the washing and drying process itself while adding a filter so that there is no wastewater. A response is possible, but it must be verified in the future.

Philippines development needs

- Water pollution from discharge of household wastewater that includes used cooking oil
- Air pollution caused by black smoke from the diesel engines of buses and jeepneys
- Human health hazards and economic loss from water and air pollution

Technology/product of small & medium enterprises



Equipment for turning used cooking oil into recycled fuel (BDF)

Wonder 100

- Manufacturing capacity of 200 liters of BDF/day
- Workspace of 6.6 m<sup>2</sup>
- Easy to handle



Jeepney that runs on BDF refined from used cooking oil

Expected results for Philippines side

- Improved water quality through collection of used cooking oil that would have been discharged into rivers
- Lighter air pollution through reduced gas emissions from jeepneys that use BDF
- Reduction of human health hazards and economic loss as water and air pollution improve

Expected results for Japan side

Current conditions

- Introduction of products for sustainable environmental protection project related to construction of the new Bohol airport
- Consideration of introduction of products in Los Baños

Future

- Performance of technical cooperation with local companies in sales, installation, and maintenance
- Aiming to diversify suppliers of used cooking oil
- Securing product introduction destinations, including Los Baños

Content of study

- Selection of local governments as candidates for introduction of equipment for conversion of used cooking oil into recycled fuel
- Demonstration experiment of refining BDF from locally-procured used cooking oil
- Test running of jeepneys using the refined BDF and test measurement of emissions
- Verification of readiness of local operators