

フィリピン国

フィリピン国 廃食油回収システムの構築及び バイオディーゼルの製造と普及による 環境改善に関する案件化調査 業務完了報告書

平成 28 年 2 月

(2016 年)

独立行政法人

国際協力機構 (JICA)

バイオマス・ジャパン株式会社

株式会社篠崎運送倉庫

国内
JR(先)
15-129

巻頭写真



食品系露店で使用されている食用油（左）と投棄される前の廃食油（右）（2015年11月）



生活排水や不法投棄により水質汚染が進んでいると見られるダバオ市内の河川（2015年7月）



廃食油の適正処理を呼びかけるダバオ市政府との共同記者会見を開催（2015年11月）



バランガイにおける家庭からの廃食油回収（2015年11月）



BDF 精製装置の設置サイトの様子（2015年11月）



市長令の施行(2015年12月)以降に回収された廃食油の保管状況(2016年1月)

<目次>

要約.....	8
はじめに	27
第1章 対象国・地域の現状.....	31
1-1 対象国・地域の政治・社会経済状況.....	31
1-1-1 政治体制	31
1-1-2 社会経済状況.....	32
1-1-3 調査対象地域の政治・社会経済状況	34
1-2 対象国・地域の対象分野における開発課題	34
1-2-1 開発課題-1（大気汚染）	34
1-2-2 開発課題-2（水質汚染）	38
1-2-3 ダバオ市における開発課題.....	41
1-3 対象国・地域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 ..	44
1-3-1 大気汚染防止.....	44
1-3-2 有害廃棄物の処理.....	45
1-3-3 BDF 推進政策	46
1-3-4 ダバオ市における関連政策.....	47
1-4 対象国・地域の対象分野における ODA 事業の先行事例及び他ドナー事業の分析	48
1-5 対象国・地域のビジネス環境の分析.....	48
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.....	50
2-1 提案企業及び活用が見込まれる製品・技術の特長	50
2-1-1 提案企業の特長	50
2-1-2 提案製品・技術の特長	50
2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ	56
2-2-1 バイオマス・ジャパン	56
2-2-2 篠崎運送倉庫.....	56
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	56
2-3-1 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.....	56
2-3-2 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	57
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.....	58
3-1 製品・技術の検証活動（紹介、試用など）	58
3-1-1 製品・技術の紹介（本邦受入活動）	58
3-1-2 製品の導入に向けた検証.....	59
3-2 製品・技術の現地適合性検証.....	64
3-2-1 製品の現地適合性検証（経済性）	64
3-2-2 製品の現地適合性検証（品質・性能）	65

3-3 製品・技術のニーズの確認.....	67
3-4 製品・技術と開発課題との整合性及び有効性	70
第4章 ODA 案件化の具体的提案	72
4-1 ODA 案件概要.....	72
4-2 具体的な協力計画及び開発効果	72
4-2-1 ODA 案件の目的、成果、活動（PDM）	72
4-2-2 提案する ODA 案件における日本側の投入	74
4-2-3 提案する ODA 案件における C/P 側の投入	75
4-2-4 実施体制及びスケジュール.....	77
4-2-5 協力額の積算根拠	78
4-2-6 ODA 案件とビジネス展開の関連性	79
4-3 対象地域及びその周辺状況.....	80
4-4 他 ODA 案件との連携可能性	82
4-5 ODA 案件形成における課題と対応策	82
4-5-1 ODA 案件形成における課題	82
4-5-2 ODA 案件実施に係る収益の取扱い	83
第5章 ビジネス展開の具体的計画	84
5-1 市場分析結果	84
5-1-1 自社プラントでの BDF 精製と混合燃料の販売エラー! ブックマークが定義されてい ません。	
5-1-2 「MAX プレミアム プラント」装置販売 エラー! ブックマークが定義されていません。	
5-1-3 自社プラントでの委託精製..... エラー! ブックマークが定義されていません。	
5-2 想定する事業計画及び開発効果	84
5-2-1 事業戦略及び実施体制	エラー! ブックマークが定義されていません。
5-2-2 投資・収支計画	エラー! ブックマークが定義されていません。
5-2-3 事業化に向けたスケジュール	エラー! ブックマークが定義されていません。
5-2-4 開発効果.....	エラー! ブックマークが定義されていません。
5-3 事業展開におけるリスクと対応策.....	84
別添資料	85
英文要約	86

略語表

略語	英語名	日本語名
ASEAN	Association of South-East Asian Nations	東南アジア諸国連合
BOD	Biochemical Oxygen Demand	生物化学的酸素要求量
CAA	Philippine Clean Air Act	フィリピン大気汚染防止法
CENRO	Davao City Environment and Natural Resource Office	市環境天然資源局
CO	Carbon Monoxide	一酸化炭素
DENR	Department of Environment and Natural Resources	環境天然資源省
DO	Dissolved Oxygen	溶存酸素量
DOE	Department of Energy	エネルギー省
DOTC	Department of Transportation and Communications	運輸・通信省
ECP	Environmentally Critical Project	環境影響が懸念される事業
EIA	Environment Impact Assessment	環境影響評価
EU	European Union	欧州連合
FAME	Fatty Acid Methyl Ester	脂肪酸メチルエステル
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
IRR	Internal Rate of Return	内部収益率
JETRO	Japan External Trade Organization	独立行政法人日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
LGU	Local Government Unit	地方自治体
LNG	Liquefied Natural Gas	液化天然ガス
LTFRB	Land Tromsportation Franchising Regulatory Board	陸運管理委員会
LTO	Land Transportation Office	陸運事務所
NAAQS	National Ambient Air Quality Standards	全国大気質基準指標
NBP	National Biofuels Plan	国家バイオ燃料計画
NCR	National Capital Region	マニラ首都圏
NGO	Non-Governmental Organizations	非政府組織
NO	Nitric Oxide	一酸化窒素
NPA	New Peopledental	新人民軍
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PM	Particulate Matter	粒子状汚染物質
SEC	Securities and Exchange Commission	証券取引委員会
SO	Sulfur Monoxide	一酸化硫黄
TDM	Transportation Demand Management	交通需要管理
TSP	Total Suspended Particulate Matter	総浮遊粒子状物
UNDP	United Nations Development Programme	国際連合開発計画

UR	Universal Robina Corporation	ユニバーサルロビーナ株式会社
USAID	United States Agency for International Development	アメリカ合衆国国際開発庁
UV	Utility Vehicle	ジープニー等の公共車両
VOC	Volatile Organic Compounds	揮発性有機化合物
WHO	World Health Organization	世界保健機関

図表リスト

図 1-1	フィリピンの位置	31
図 1-2	政権に対する国民支持率	32
図 1-3	国際的信用機関からの格付け評価の推移.....	32
図 1-4	ASEAN 主要 5 か国の経済成長率	32
図 1-5	フィリピン証券取引所の株価指数の推移.....	32
図 1-6	アジア各国のジニ係数(2003～2012).....	33
図 1-7	ASEAN 主要 5 か国の失業率の推移	33
図 1-8	ASEAN 主要 5 か国の投資率.....	33
図 1-9	ダバオ市の位置	34
図 1-10	ASEAN 主要 5 か国と日本の自家用車保有台数	35
図 1-11	重要河川 19 箇所での水質基準への適合率.....	41
図 1-12	ダバオ市における TSP 推移と大気汚染基準.....	42
図 1-13	ダバオ市における PM ₁₀ 推移と大気汚染基準.....	42
図 1-14	BDF の需要量予測	46
図 1-15	日本の対フィリピン直接投資額の推移.....	49
図 2-1	BDF のライフサイクルイメージ.....	51
図 2-2	BDF 製造工程のフロー.....	52
図 2-3	提案製品「MAX プレミアムプラント」	52
図 2-4	普及・実証事業での MAX プレミアムプラントの配置図	55
図 3-1	製造業の GDP 額内訳表	60
図 3-2	各店舗における廃食油量 (L/週)	61
図 3-3	各店舗での廃食油の販売価格	62
図 3-4	廃食油の取引フローと取引価格	63
図 3-5	市長令施行後の廃食油フロー	64
図 3-6	固形物発生挙動試験	66
図 3-7	各対象地域/者での廃食油回収の様子	69
図 4-1	ダバオ市長への ODA 案件紹介.....	72
図 4-2	Barangay 住民への説明	72
図 4-3	C/P による廃食油の回収イメージ図.....	76
図 4-4	ODA 案件の実施体制図.....	77
図 4-5	実施スケジュール	78
図 4-6	ODA 案件とビジネス展開の関連性.....	80
図 4-7	MA-A Motor Pool (最終集積所) の外観.....	81
図 4-8	ダバオ市内の回収場所と候補サイトの位置関係.....	81
図 5-1	想定する 3 つのビジネスモデル	エラー! ブックマークが定義されていません。
図 5-2	ビジネス展開における実施体制	エラー! ブックマークが定義されていません。
図 5-3	事業化に向けたスケジュール	エラー! ブックマークが定義されていません。

表 1-1	各発生源からの排出汚染物質の年間排出量（2006年）.....	35
表 1-2	全国大気質基準（NAAQS）指針値と WHO 基準、ダバオ市の大気質.....	36
表 1-3	アジア主要都市での大気汚染状況.....	37
表 1-4	フィリピンの死亡要因上位 10（2000-2011年）.....	37
表 1-5	マニラ首都圏における各車両の大気汚染物質の総排出量.....	38
表 1-6	フィリピンにおける水域ごとの水質基準.....	39
表 1-7	Davao River（Class B）におけるモニタリング数値と水質基準.....	43
表 1-8	Davao River（Class A）におけるモニタリング数値と水質基準.....	43
表 1-9	Matina River（Class C）におけるモニタリング数値と水質基準.....	44
表 1-10	Matina River（Class B）におけるモニタリング数値と水質基準.....	44
表 1-11	大気浄化法で指定される規則項目.....	44
表 1-12	大気浄化法の施行規則項目.....	45
表 2-1	BDF の品質規格表.....	51
表 2-2	検査キットとその使用方法.....	54
表 2-3	MAX プレミアムプラントのスペック.....	54
表 2-4	MAX プレミアムプラントの想定費用.....	55
表 3-1	ダバオ市内の Jollibee 店舗での廃食油量と販売価格.....	61
表 3-2	ダバオ市内での廃食油回収可能量.....	64
表 3-3	BDF 精製コスト試算(1,000L/日).....	65
表 3-4	試算表に用いた各種数値.....	65
表 3-5	サンプル BDF と EU 規格との比較.....	67
表 4-1	ODA 案件における日本側の投入.....	74
表 4-2	ODA 案件における C/P 側の投入.....	75
表 4-3	本 ODA 案件の協力額内訳.....	79
表 5-1	ダバオ市内で回収可能な廃食油量..... エラー! ブックマークが定義されていません。	
表 5-2	ダバオ市内で現存する廃食油量（ポテンシャル） エラー! ブックマークが定義されていません。	
表 5-3	ビジネスベースでの BDF 精製コスト試算表エラー! ブックマークが定義されていません。	
表 5-4	競合製品との比較..... エラー! ブックマークが定義されていません。	

要約

第1章 対象国・地域の現状

対象国・地域の政治・社会経済状況

フィリピンは、第15代大統領ペニグノ・アキノ3世が掲げた政府部門における腐敗対策の進展に対する国民の評価は高く、マルコス政権崩壊後に誕生したどの政権よりもアキノ政権に対する国民の支持率は高位で安定している。同政権は国際的にも高く評価されており、フィリピンの国際的な信用力は上昇傾向にあり、外国企業からの投資機会を増加させる結果にも繋がっている。経済についても2009年はリーマンショックによる世界経済失速の影響を受けて成長率は低下したものの、2012年には6.8%、2013年には7.2%と他のASEAN諸国との比較においても高い伸びを記録している。しかしながら、各種指標ではASEAN主要国の中でも高成長を続けているが、実態は国内失業率の高さ等に不満を持つ国民が多数存在する。海外からの直接投資を増加させ、失業率を低下させることが出来るかが今後の経済課題となっている。

調査対象地域であるダバオ市はミンダナオ島の南部に位置する。同市は人口約159万人（2014年）の大都市で、フィリピンではメトロマニラ、メトロセブに次ぐ第3の都市圏である。ダバオ市が位置するミンダナオ島は、フィリピン最大の森林面積を活用した農業・林業が主要な産業である。同島周辺には豊富な水産資源もある為、漁業も盛んである。1970年代以降、反政府軍との内戦がミンダナオ島山岳部で起こり、それら反政府運動の影響を受けた。2000年代に入りダバオ市周辺は再び安定を取り戻し、ダバオ市は良好な経済発展を続けている。2009年から2013年にかけて、市内の企業の資本金は増加し続け、2009年から2013年にかけて、合計で11.39%もの資本の増加が確認され、現在でもその傾向が変わらずに続いている。

対象国・地域の対象分野における開発課題

フィリピンは急激な経済発展と人口増加による都市化が引き起こす環境汚染が深刻化し、特にマニラを始めとした都市部ではその深刻度が増している。環境汚染を食い止める政策立案の遅れや執行主体の不在が政治課題とされてきた。水質汚染や大気汚染は住民の健康被害に繋がることも懸念されている。

フィリピンにおける大気汚染の主な汚染源は、交通機関からの排ガスである。大気汚染の原因の65%が自動車等の道路系交通機関からの排出とされており、中でもジープニーが大きな排出源と推測される。大多数の市民が利用する公共交通機関であるジープニーは、その92%が大気汚染物質の排出が多いディーゼル車を使用している上に、都市部では交通渋滞が慢性的に発生し、汚染物質の排出が増加している。ダバオ市も大気汚染の現状は深刻である。TSP（総浮遊粒子状物）とPM₁₀の数値は全国大気質基準指針値を満たしてはいるものの、WHO（World Health Organization）基準を大幅に上回っており、世界的な基準から判断すれば、ダバオ市の大気汚染は深刻であると言える。

水質汚染については、2003～2005年にかけて都市部の重要河川19箇所で開催した調査では9箇所で生物化学的酸素要求量（BOD）が、11箇所で溶存酸素量（DO）が悪化傾向にあった。特に、都市部では人口集中に伴い生活排水の流入が増加している。フィリピンでは調理において油を多用する食事が一般的

である為、家庭やレストラン、道路上で食品を販売する露店でも油を使った調理を行っており、排水には多量の廃食油が含まれている。環境天然資源省（DENR）が 2005 年に公表したレポートでは水質汚染発生源の約 30%以上が生活排水とされている。フィリピンではわずか 10%の排水しか下水道設備で処理されておらず、その他では生活排水は河川に直接放流されており、これが水質汚染の悪化を招いている。ダバオ市で調査を行った結果、露店や個別家庭が廃食油を河川へ投棄しているとの現状を確認した。ダバオ市内の河川はダバオ湾に直結しており、海域での水質悪化も懸念される。その為、水質汚染対策を早急に進めて行くことが必要である。

開発計画、関連計画、政策（外資政策含む）及び法制度

フィリピンの Philippine Clean Air Act (RA 8749) は、車両や工場などから排出され、大気汚染の原因となるガスや煙の排出量を削減することを目的としたアジア地域の中でも厳格な規制条項を盛り込んだ法律である。但し、同法は既に施行されているものの、依然として車両等の移動源からの大気汚染物質の排出規制には時間を要する。実際、マニラ首都圏の地方政府と DENR が協力して行った排気ガス試験では、検査対象車両の中で排気ガス基準を満たした車両は 2012 年で 17%、2013 年で 21%とともに低い水準であった。

水質汚染を引き起こす有害廃棄物等の処理に関しては Toxic Substances and Hazardous and Nuclear Wastes Control Act of 1990 (RA6969) が施行されている。廃食油は RA6969 が指定する有害廃棄物に含まれる。同法では有害廃棄物の輸送・保管・処理にあたる事業者に対して DENR からの許可取得を義務付けており、違反した場合には罰金が科される。提案法人がダバオ市で調査した中では、レストラン等の多くが無許可の事業者が廃食油を引き渡しているという現状を確認した。2015 年中旬より DENR がフィリピン全土を対象に廃食油の処理が同制度に基づいて行われているかの調査を開始しており、本登録制度の厳格運用が行われる可能性が高く、廃食油の処理に対して新たな対策が求められると見込まれる。

フィリピンは東南アジアでは初のバイオ燃料法 (the Philippines Biofuel Act RA 9367) を 2006 年に施行した。これにより、エネルギー輸入依存の脱却及び大気汚染の改善に向けて BDF の利用を重要視している。一方で、フィリピンで製造される全ての BDF がココナッツオイルを原料としており、近年急増する台風等の自然災害によりココナッツ生産自体が不安定となっており価格も高い。その為、混合比率を上昇させた場合、周辺国から BDF を輸入せざるを得なくなる事態も懸念されている。エネルギー供給の安定化と価格安定の為に施行された BDF 政策も将来的には供給の不安定化や価格高騰などの問題が起こると予想される。

ダバオ市も独自の市条例を制定している。ダバオ市は、Environmental Sustainability Programs を独自に策定し、経済発展に伴う環境悪化を食い止める対策を実施している。特に、同市は廃食油の投棄による水質汚染を優先的に取り組むべき課題と捉え始めた。健康被害を引き起こす廃食油の二次利用も課題と認識された。同市は水質汚染と健康被害を引き起こす可能性が高い廃食油の不適切処理を重大な課題と認識し、それらを取り締まる市長令(City Mayor's Executive Order)を 2015 年 12 月末に制定するに至った。市長令では許可を持たない事業者への廃食油引き渡しを規制し、違反した事業者は市より交付された営業許可を取り消すと定められている。これは RA6969 の規定よりも踏み込んだ罰則となっており、ダバオ市が廃食油の不適切処理を厳しく取り締まる姿勢が示されている。更に、ダバオ市内で廃食油の引取り許可を持っている事業者がいないことに鑑み、ダバオ市が排出者より廃食油を無償で引き取るという内

容も盛り込まれている。

対象国・地域のビジネス環境

フィリピン政府は雇用機会創出、生産性の向上、輸出増加、経済発展を推し進める外国投資の積極的な受入れ政策を取っている。日本は投資分野でも主要国の一つで、2011年の日本からの海外直接投資（認可ベース）は、前年比32.6%増の約783億ペソに達し、過去最高額となった。フィリピンでは海外直接投資を促進しているものの、外資系企業に対する規制やビジネス障壁も存在する。一部小売業を含めた約28分野で外資の参入が全く、もしくは出資制限が課されている。更に、現地法人の設立に必要な最低資本金が5,000ペソ（12,850円）に対して、外資企業は20万米ドル（2,400万円）とされている。現地で設立される法人の事業形態は国内向け事業に該当する為、提案法人が40%未満を出資する現地法人を設立する予定である。払込資本金を10万米ドル（約1,200万円）以上とすれば40%以上の出資も可能であるが、資本金負担が大きい為、現時点では出資比率が40%未満の現地法人の設立を検討している。

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

提案企業及び活用が見込まれる製品・技術の特長

バイオディーゼル（BDF）とは、主に菜種油やひまわり（主にヨーロッパ）、大豆油（主にアメリカ）、パーム油（主に東南アジア）、ココナッツやジャトロファといった植物由来の油をアルカリ触媒及びメタノールと反応させてメチルエステル化等の化学処理をして製造される燃料で、ディーゼル（軽油）代替燃料として世界的に広く利用されている。本調査では、その中でも廃食油からのBDF製造をターゲットとしている。提案法人の主力製品である「MAXプレミアムプラント」は、製造工程において排水を出さない乾式技術を採用しているという点に加えて、品質安定化技術とBDFの効率的な製造方式（連続バッチ式）が最大の強みである。



バイオディーゼル燃料製造装置 MAXプレミアム mini/100L/200L/400L

- ①メタノール回収（約20%）
製造原価を約40%リットル削減
酸化による大気汚染と人的汚染防止
- ②触媒を選ばない
既存アルカリ触媒でも新触媒でも対応（他社製品にはありません）
- ③ドライ処理と洗浄処理デュアル対応
水洗い処理でもドライ処理でも対応（他社製品にはありません）
- ④本体モーターは安全増防仕様
- ⑤強化ガラス覗き窓を標準設置
反応状況が確認可能
- ⑥初心者でも簡単操作
- ⑦オプションタンクを設置するだけで連続バッチ式の製造プラントへ

項目	スペック
処理能力	合計：1,000L(10～12時間) (内訳：250L(4～6時間)処理の精製装置×2回転×2機)
設置面積	全体：5m (W) × 5m (D) (精製装置1つあたり：1,590(W) × 935(D) × 1,905(H) mm)
電圧、相数	AC200V、3相
電気容量	40kW
周波数	50Hz/60Hz
質量	精製装置1つあたり：380kg、吊輪4個付き

提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

BDF 製造装置の国内市場は頭打ちであり、軽油やガソリン価格の高騰等の外的要因が働かない限り、販売が急激に回復する見込みは低い。その為、提案企業は現在海外展開を新たな事業の柱に据える計画であり、中期経営計画の中では、2018年までに海外売上高を1億円（売上の約5%）まで増やす事を目標として掲げている。

今回の調査対象であるフィリピンを初めとするアジアの各国では、食用油を用いた食生活が一般的であり、廃食油は豊富に存在する。その中でも BDF 普及政策に積極的なフィリピンからまずは海外進出を開始した。調査開始以降、インドネシアからも BDF 製造装置に対する引き合いが入っており、東南アジアの他国でも BDF 精製製品へのニーズは急拡大する事が見込まれる。

共同実施者である篠崎運送倉庫は、運輸業を本業としている。東南アジアは、ようやく陸上交通インフラの発達が進み、今後益々国内の陸上輸送に対する需要が高まると考えている。更に、外資企業が有する運輸効率化手法の導入ニーズも高い。特に、本事業で対象とするダバオ市を含むミンダナオ島は、フィリピン内でも最大の陸上面積を有している為陸上輸送に対するニーズは非常に高い。同社は本事業を足掛かりとして、ミンダナオ島に直接進出する予定である。

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

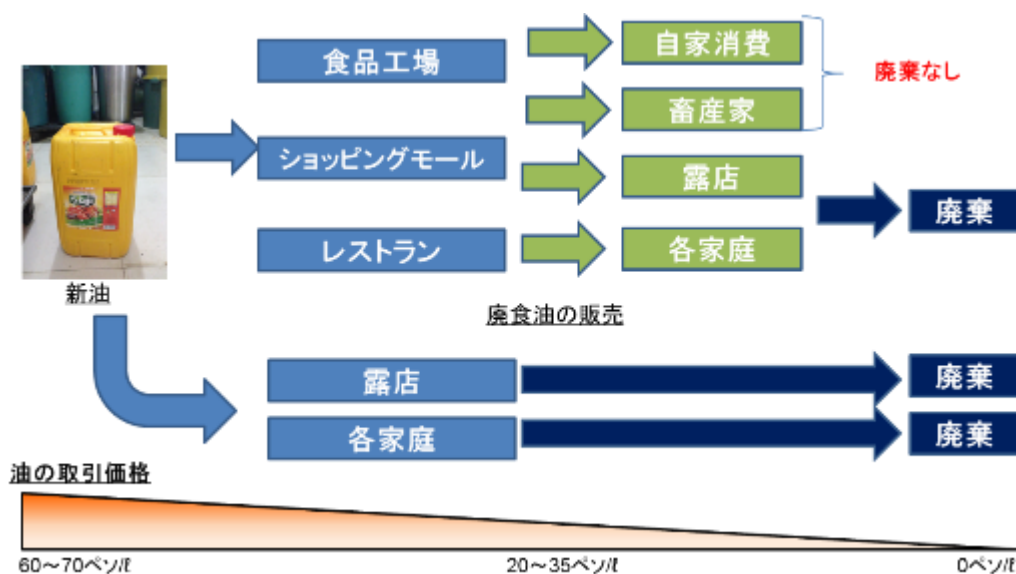
製品・技術の紹介（本邦受入活動）

本邦受入活動では、提案法人の BDF 精製装置「MAX プレミアムプラント」をダバオ市に導入し、廃食油の回収から BDF 精製までの一貫したシステム構築を行う上で必要な検証活動を実施した。廃食油より精製した BDF はフィリピンでは一般的ではない為、BDF の精製方法及び BDF 精製装置の機能に対する知識は全く有していない。また、廃食油より製造した BDF への安全面や走行能力に関する懸念も示された。その為、実際に提案法人の製品を使用し、廃食油より BDF を精製している篠崎運送倉庫と共同で BDF 装置の紹介とダバオ市における運用における検証を行った。更に、廃食油の回収についてはダバオ市が主体となり回収することになった為、日本の地方自治体の取組み事例の視察を行い、現地で適応可能な回収制度の検討を促した。

製品の導入に向けた検証

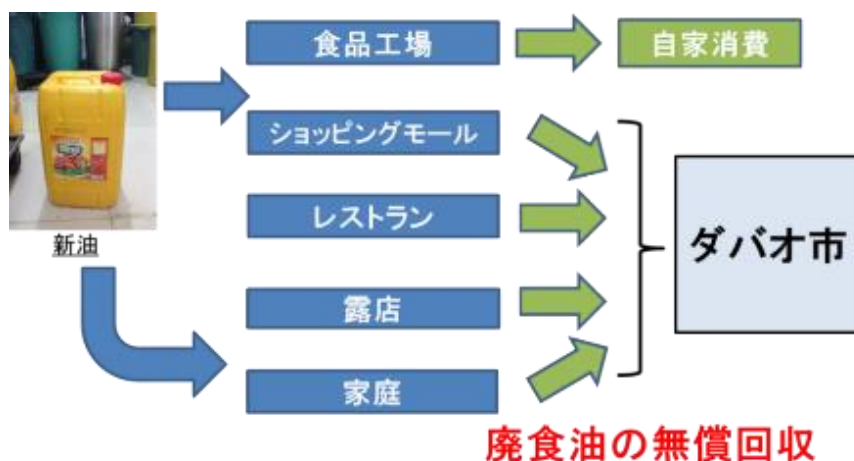
提案製品の導入に向けて最も検証すべき点は、現地で回収可能な廃食油量と買取り価格である。ダバオ市では、本調査開始前には市内においてどれ程の廃食油が投棄されているのか、実態調査は行われていなかった。更に、BDFの精製価格に影響を与える廃食油の買取り費用も調査開始時点では不明であった。その為、提案企業は、ダバオ市内にある食品加工工場、チェーンレストラン、ショッピングモール、食品系露店、一般家庭からの廃食油量とそれを販売している場合にはその価格を調査した。

調査により判明した食用油の廃棄までの流れと各フローでの取引価格を纏めた。食品加工工場やチェーンレストランでは廃食油をボイラーの燃料として自家消費するか、家畜の飼料や食用油としてレストランで再利用されていた。再販売価格は15～17.6ペソ/Lであった。



廃食油の取引フローと取引価格の関係図

しかしながら、ショッピングモールやレストランはDENRより輸送・保管・処理の許可を持たない業者に廃食油を販売していた。2015年12月からは市長令により、ショッピングやレストランは廃食油の販売が出来なくなる。それに代わり、ダバオ市がそれら廃食油を無償で回収する。市長令施行後の廃食油の処理フローは以下の様に変更される見通しである。



自家消費を行っている食品工場を除いた各排出源からの廃食油量を総合すると、以下表のとおり、ダバオ市内では約 3 万 L/週の廃食油回収が可能である旨確認した。提案法人製品の MAX プレミアムプラントの基本精製能力が 1,000L/日 (7,000L/週) である事から、BDF の原料となる廃食油は提案法人製品を活用するのに十分継続的に確保出来るものである。回収価格も無償であれば、ディーゼル燃料よりも安価で BDF を製造出来る為、提案法人製品の活用可能性は高いと結論付けた。

排出先	母数	1 箇所あたりの 平均回収量(L/週)	回収量(L/週)
ショッピングモール	6(箇所)	-	4,687
レストラン	587(店舗)	34	19,958
露店	300(店舗)	10.15	3,045
家庭	12,768(戸)	0.25	3,192
		合計	30,882

製品・技術の現地適合性検証（経済性）

廃食油から精製した BDF を現地に適合させるにはディーゼル価格よりも安価に提供できる事が必須要件となる。廃食油の回収から BDF の使用まで全行程のコストを考慮すると、現時点で BDF 精製コストは 14.87 ペソ/L となった。これは、ダバオで販売されているディーゼル燃料が約 25.70～28.70 ペソ/L である為、価格差は 10.83～13.83 ペソ/L となる。よって、ディーゼル燃料よりも安価に供給出来るという条件を十分に満たした。

BDF 精製コスト試算(1,000L/日)

大項目	中項目	コスト(ペソ/ℓ)
	人件費	0.63
	輸送費	0.37
BDF精製	減価償却	3.04
	メタノール	5.44
	触媒(苛性カリ)	2.15
	中和剤	0.37
	不純物除去剤A	0.69
	不純物除去剤B	0.51
	酸化防止剤	0.37
	人件費	0.32
	電気水道代	0.62
	販売	BDF輸送費
	BDF製造コスト	14.87

試算表に用いた各種数値

コスト項目	試算価格	出典
人件費(製造業)	317ペソ/日	ダバオ市投資ガイド
電気代	6.64ペソ/kWh	ダバオ市投資ガイド
水道代	15.88ペソ/m ³	ダバオ市投資ガイド
ガソリン代	45.65ペソ/ℓ	ダバオ市投資ガイド

製品の現地適合性検証 (品質・性能)

現地調査において小規模レストランから廃食油のサンプルを調達し、日本において BDF 製造試験を実施した。主に、(1)温度変化による固形物発生挙動、(2)BDF 合成操作を試験項目として、東京都市大学工学部エネルギー化学科 高津准教授の研究室で試験を行った。

固形物発生挙動では、常温 (25℃ : エアコンで一定管理) と 15℃ (冷水中に 1 日保管) の環境下において固形物発生挙動を目視観察した。常温でサンプルの廃食油が大部分固化したのに対して、BDF に固形物は全く発生しなかった。15℃でも BDF に固形物は全く発生しなかった。このことから年間平均気温が 26~27℃であるフィリピンにおいては原料、BDF 共に固形化する可能性は低く、BDF が製造できる環境であると結論付けられる。

BDF 合成操作においては日本の廃食油から BDF を作るのとほぼ同じ条件にて試験を実施し、反応後の液体に関して、脂肪酸メチルエステル (FAME) と酸化、粘度 (kinematic viscosity) の値を EU 域内の BDF 品質基準 (EN14214) に基づき各々測定した。その結果、粘土以外の基準には以下表のとおり、品質は合致していた。粘土に関しては規格よりも実験時の測定温度が低かったことが基準値を満たさなかった原因であり、同環境下で測定を行えば、粘土も EU 規格を満たすものと考えている。その為、現地で採取した廃食油のサンプルから BDF の製造に成功したと判断した。

-	FAME[%(m/m)]	酸化値[mg-KOH/g]	粘度[mm ² /s]
サンプル BDF	97.6	0.1	7.1
EU 規格(EN14214)	> 96.5	< 0.5	3.5~5.0
基準への適合	○	○	×

製品・技術のニーズ

本調査を通じて、ダバオ市が提案法人の製品へ強いニーズを有している事が確認出来た。何よりも BDF 精製を念頭に置いた廃食油の不適切処理を禁止し、市内の全排出者より廃食油を回収することを規定し

た市長令を制定したことが、ダバオ市の製品へのニーズを最も表している。今後の課題として、露店や一般家庭等の小口排出者を包括した廃食油回収制度の構築が重要になる。露店や一般家庭が食用油の最終消費者で且つ最大の排出者であり、それら排出源からの投棄が水質汚染を引き起こしている主な原因である。ダバオ市としても市長令を制定した意義はこれら排出者を廃食油回収制度に組み込むことであり、それらからの回収なしには環境改善が実現出来ない事を認識している。継続的に小口排出者から回収していくには情報伝達と教育、そして罰則規定の様な複数の施策が有効であり、これらを実行するには時間を要する。その為、ダバオ市はまず事業者から安定的に回収した廃食油により BDF 精製事業を始め、その成果を持って市民へ広く呼び掛けていく方針いく方針である。

製品・技術と開発課題との整合性及び有効性

食用油は BOD 濃度が約 150 万 mg/L と非常に高く、BOD を基準値の 5mg/L へと濃度を下げる為には、食用油の 5,000 倍の水を必要とするほど水質を悪化させる。仮に露店と一般家庭から調査した推計値 (89,955L/週) の廃食油が投棄されていた場合、それを基準値まで濃度を下げる為には約 4.5 億 L/週、年間では 1.6 億トンもの水が必要となる。Davao River の BOD 値は 2014 年時点で 2.4mg/L であり、基準値を下回っているが、今後異常気象による渇水で川の水量が下がった場合に著しく BOD 値が悪化する可能性もある。よって、小口排出者まで廃食油回収を広げ、水質汚染の原因物質となる廃食油の流入を未然に防止する事が求められている。

また、大気汚染に関しても BDF により大幅に改善が可能である。大気汚染の原因は主にディーゼル車両より排出される PM₁₀ であるが、BDF はディーゼル燃料と比較して PM 物質の含有量が 47% 少ない。ダバオ市の PM 値は 2014 年時点で 57.46µg/Nm³ となっており、大気汚染基準 (60µg/Nm³) を僅かに下回っているが、WHO 基準 (20µg/Nm³) を大幅に上回っている。

ダバオ市内で回収可能な廃食油を全て BDF に転換した場合、約 10 万 L/週の BDF が得られる。仮に全量を大気汚染物質の主要排出源と見なされているジープニーに B100 で使用した場合、ダバオ市内の PM 濃度を約 2.2%、1.2µg/Nm³ 低下させる可能性がある。

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、水質汚染の改善には廃食油の適正処理が求められているものの、露店や一般家庭等の小口排出者が投棄しており、現時点ではそれらから廃食油を回収する制度が構築出来ない。また、健康被害に繋がる大気汚染の改善には主に車両からの汚染物質の削減が必要となるが、汚染物質の排出が多いジープニーやトラック等の車両を改善する策が見いだせていない。これらを解決するために、ODA 案件として、「中小企業海外展開支援事業～普及・実証事業～」にて BDF 製造装置の導入による廃食油回収と BDF による廃食油の利活用システムの構築による環境改善を提案する。製造した BDF は市の廃棄物回収車へと使用する。

<p>目的：廃食油の投棄による水質悪化とディーゼル排気ガスによる大気汚染の軽減に向け、①提案製品の導入による廃食油回収とその利活用システム構築の有用性及び事業性を実証するとともに、②BDFを用いた車両の走行試験を通じて、現地において車両へのBDF使用の普及を図る。</p>			
成果	活動	実施者	指標
<p>成果1 BDF精製装置の導入及びジープニーを含むディーゼル車両（ジープニー30台+廃棄物回収車10台の計40台）での走行試験でBDFの有効性が実証される。</p>	1-1 BDF精製装置及びその付属品の導入、導入装置によるBDFの精製及びその品質検査を実施する。	団員	導入装置により精製されたBDFが品質検査（日本規格、EU規格）に100%適合する。
	1-2 ジープニーを含むディーゼル車両の使用者向けにBDF使用時の注意点、メンテナンス方法のトレーニングを実施する。	団員	トレーニングへの参加者35人。
	1-3 車両性能試験を実施する。（車両の馬力、加速、燃費）	団員	車両の馬力、加速、燃費共にディーゼル燃料を下回らない。
	1-4 排気ガス測定試験を実施する。（排気ガスに含まれる大気汚染物質の検査）	団員	CO ₂ ：75%減、CO：40%減、PM：50%減少する。
	1-5 不具合の発生頻度をモニタリングする。（3ヶ月の走行試験期間中の不具合原因の分析）	団員	モニタリングを行った上で不具合原因を特定する。
<p>成果2 事業実施期間中に、ダバオ市において廃食油の回収制度が構築される。 （当初は大口排出者である事業者を対象として、実施期間中に露店や一般家庭まで回収網を広げる）</p>	2-1 事業者（ショッピングモール、レストラン）への研修（プロジェクト紹介、廃食油による環境影響等）	団員	延べ206事業者（ショッピングモール：6店舗、レストラン：200店舗）が研修へ参加する。
	2-2 事業者毎に廃食油回収タンクを設置し、責任者を1名ずつ決定する。	団員	タンク設置206箇所、責任者206名を決定する。
	2-3 回収タンク設置場所を回る回収ルート、回収頻度の制度を構築する。	ダバオ市	プロジェクト終了時までに回収率80%（実際の回収量÷想定回収量）を達成する。
	2-4 露店事業者への研修（プロジェクト紹介、廃食油投棄による環境影響等）	団員	延べ300店舗が研修へ参加する。
	2-5 露店が位置する道沿いに廃食油回収タンクを設置、ダバオ市が責任者を1名ずつ決定する。	団員	タンク設置50箇所、責任者10名を決定する。

	2-6 バランガイキャプテン、住民への研修（プロジェクト紹介、廃食油投棄による環境影響等）	団員	バランガイ 13 箇所において延べ 10%以上の住民が研修へ参加する。
	2-7 ダバオ市が選定した 13 箇所のバランガイへ廃食油回収タンクを設置し、バランガイキャプテンが管理者を 1 名ずつ配置する。	バランガイキャプテン	延べタンク設置 130 箇所、管理者 13 名を配置する。
成果3 BDF 製造装置の使用方法、メンテナンス方法が伝達され、ダバオ市環境課の現地作業員のみで操作可能となる。	3-1 BDF 製造装置の構成、生成工程に関する研修を実施する。	団員	プロジェクト開始後 2 年以内に 10 人が研修を受講する。
	3-2 実機を用いた操作方法、メンテナンス方法に関する技能研修を実施する。	団員	プロジェクト開始後 2 年以内に 10 人が研修を受講する。
	3-3 操作方法、メンテナンス方法の技能試験を実施する。	団員	研修参加者の 95%以上が技能試験に合格する。
	3-4 現地作業員が廃食油を製造し、廃棄物回収車へ給油するサイクルを構築する。	ダバオ市	現地作業員が BDF 製造実績表、販売実績表を継続して半年間管理する。経費を分析し、販売価格を 15 ペソと決定する。
成果4 廃食油回収制度と BDF による燃料費削減効果が周辺地方自治体に普及する。	4-1 周辺地方自治体の関係者を招き、ダバオ市の廃食油回収制度の視察を行う。	団員	プロジェクト開始後 2 年以内に周辺の 3 自治体関係者を視察へ招く。
	4-2 大手食品加工メーカーに対して BDF 精製装置の視察及び BDF による車両走行試験結果を紹介する。	団員	プロジェクト開始後 2 年以内に食品加工メーカー 2 社の視察を受入れる。

ODA 案件における日本側の投入

業務内容	<ul style="list-style-type: none"> ✓ BDF 精製装置の製造・輸送・据付 ✓ BDF 精製方法・取扱いに関するトレーニング ✓ メンテナンス技能研修・試験 ✓ 運転手への BDF 使用時の注意点、メンテナンス手法のトレーニング ✓ 車両性能・排気ガス測定値の分析 ✓ BDF 車両の不具合原因の分析
------	---

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 事業者や露店、一般家庭向けの研修と回収タンクの設置
体制・人員	<ul style="list-style-type: none"> ✓ バイオマス・ジャパン株式会社（代表法人）：2名 ✓ 株式会社篠崎運送倉庫（共同実施者）：2名 ✓ マイクライメイトジャパン株式会社（コンサルタント）：6名 ✓ 東京都市大学（BDF品質・精製方法指導）：1名 ✓ 現地コンサルティング企業：2名
機材の仕様	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 精製能力：合計：1,000L（10～12時間） （内訳：250L（4～6時間）処理の精製装置×2回転×2機） ✓ 廃食油/BDF貯蔵タンク（1,000L）×20個 ✓ 不純物除去フィルター（活性白土/木質チップ）×20セット ✓ 反応薬：メタノール×10,000L、苛性カリ×300L ✓ 酸化値（AV）チェッカー×100セット ✓ 廃食油回収車両（レンタル）×2台 ✓ 廃食油回収車両に設置する回収タンク×4台 ✓ 事業者・露店・バランガイに設置する回収タンク×500個

ODA 案件における C/P 側の投入

ダバオ市側の C/P は Davao City Environment and Natural Resource Office（以下、CENRO）と決定した。CENRO が廃食油回収から BDF 使用までを 1 つの組織内で対応できるのが選定理由である。

業務内容	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 事業者や露店、一般家庭向けの研修と回収タンクの設置（日本側と共同実施） ✓ 事業者・露店・一般家庭からの廃食油回収 ✓ 廃食油の回収量モニタリング ✓ 廃食油/BDF の貯蔵・保管 ✓ 車両走行試験（ジープニー及び廃棄物回収車）のモニタリング、排気ガステストの実施 ✓ BDF 精製装置のオペレーターのアサイン
費用負担	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 排出者向け研修に係る人件費 ✓ 廃食油回収に係る人件費及び燃料費 ✓ 廃食油/BDF 保管場所の運営費用（人件費、水道・光熱費） ✓ BDF 精製装置に係る水道・光熱費 ✓ 排気ガステスト機及びオペレーターの貸与 ✓ BDF 精製装置のオペレーター人件費

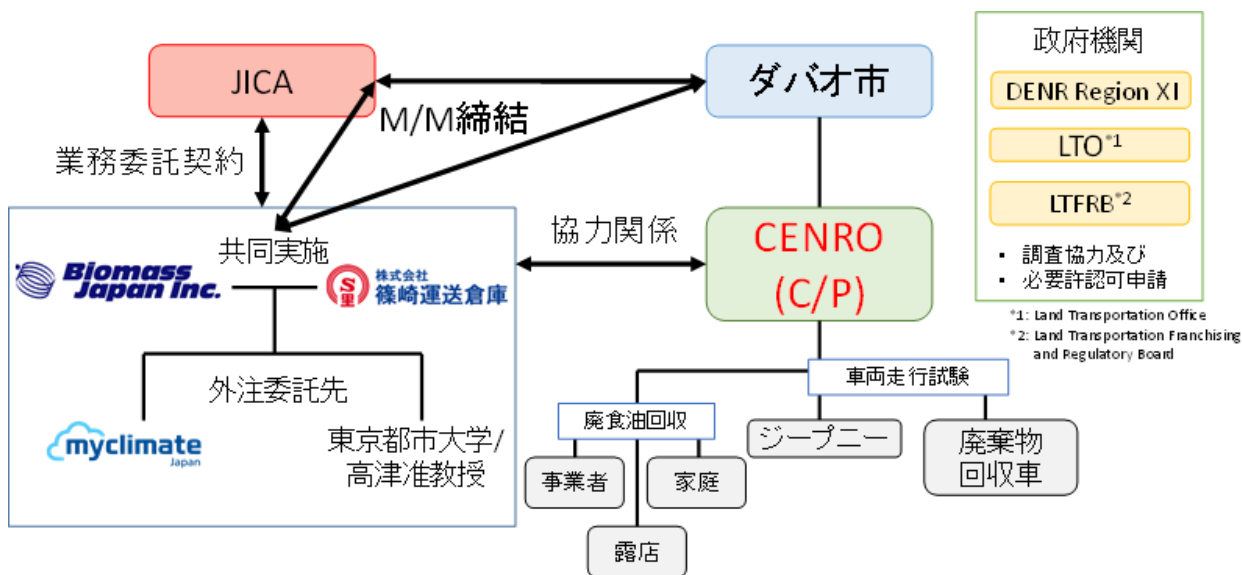
廃食油と BDF の保管及び BDF 精製装置の設置場所についてはダバオ市が所有し、CENRO が管理する MA-A Motor Pool が C/P 側より提供される。BDF 精製装置と保管タンクを設置するのに十分なスペースがあり、更に CENRO は廃食油保管の為の簡易建屋を既に建設しており、インフラ設備（水道・電気含め）も問題なく整備されている。

ODA 案件実施後、BDF 精製装置は引き続き CENRO が維持管理を行う。廃食油回収～BDF 使用までを担う特別部署を設置し、運転人員を配置することを確認している。

これら全ての協議内容を含めて、ダバオ市とは既に協議議事録（M/M）の交渉を行い、別添資料-3 の協議議事録内容でダバオ市とは合意している。

実施体制及びスケジュール

提案企業は本調査と同様に、提案法人と篠崎運送倉庫の共同提案とし、外部人材としてマイクライメイトジャパン、東京都市大学の高津准教授を起用する。



2016 年夏に採択された場合、全体で 1 年 8 ヶ月の工程を想定している。

成果	主な活動	2016					2017												2018							
		8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4				
協議議事録(M/M)締結、JICAとの契約		→																								
事業計画策定		→																	結果報告							
成果1	BDF製造装置の導入及びジープニーを含むディーゼル車両での走行試験でBDFの有効性が実証される。	1-1 BDF精製装置及びその付属品の導入、導入装置によるBDFの精製及びその品質検査を実施する。						機器調達		輸送		据付		BDF精製			結果確認									
		1-2 ジープニーを含むディーゼル車両の使用者向けにBDF使用時の注意点、メンテナンス方法のトレーニングを実施する。						→					結果確認			→										
		1-3 車両性能試験を実施する。(車両の馬力、加速、燃費)											→			→										
		1-4 排気ガス測定試験を実施する。(排気ガスに含まれるPM物質の検査)											→			→										
		1-5 不具合の発生頻度をモニタリングする。(3ヶ月の走行試験期間中の不具合原因の分析)											→			→										
成果2	事業実施期間中に、ダバオ市において廃食油の回収制度が構築される。(当初は大口排出者である事業者を対象として、実施期間中に露店や一般家庭まで回収網を広げる)	2-1 事業者(ショッピングモール、レストラン)への研修(プロジェクト紹介、廃食油投棄による環境影響等)	→										→			→										
		2-2 事業者毎に廃食油回収タンクを設置し、責任者を1名ずつ決定する。	→										→			→										
		2-3 露店事業者への研修(プロジェクト紹介、廃食油投棄による環境影響等)	→					→					→			→										
		2-4 露店が位置する道沿いに廃食油回収タンクを設置、ダバオ市が責任者を1名ずつ決定する。	→					→					→			→										
		2-5 バランガイキャプテン、住民への研修(プロジェクト紹介、廃食油投棄による環境影響等)	→					→					→			→										
		2-6 各バランガイへ廃食油回収タンクを設置し、バランガイキャプテンが管理者を1名ずつ配置する。	→					→					→			→										
		2-7 設置場所の回収ルート、回収頻度等の制度を構築する。											→			→										
成果3	BDF製造装置の使用法、メンテナンス方法が伝達され、ダバオ市環境課の現地作業員のみで操作可能となる。	3-1 BDF製造装置の構成、生成工程に関する研修を実施する。											→			→										
		3-2 実機を用いた操作方法、メンテナンス方法に関する技能研修を実施する。											→			→										
		3-3 操作方法、メンテナンス方法の技能試験を実施する。											→			→										
		3-4 現地作業員が廃食油を製造し、廃棄物回収車へ給油するサイクルを構築する。											→			→										
成果4	廃食油回収制度とBDFによる燃料費削減効果の広範な普及。	4-1 周辺地方自治体の関係者を招き、ダバオ市の廃食油回収制度の視察を行う。											→			→										
		4-2 大手食品加工メーカーに対してBDF精製装置の視察及びBDFによる車両走行試験結果を紹介する。											→			→										
現地作業		M/M協議																								
報告書作成・提出等		I/P提出					IR提出												DF提出				FR提出			

ODA 案件とビジネス展開の関連性

提案企業は ODA 案件実施後にまずは初期投資にて MAX プレミアムプラントを設置して、ダバオ市での BDF 混合燃料の販売事業を開始することを想定している。ダバオ市の廃食油回収ポテンシャル量は ODA 案件で導入する装置の精製容量の約 10 倍見込める為、提案法人としてはダバオ市より余剰廃食油を

買取った上で BDF を精製する。普及・実証事業の普及活動を通じて、同市へ民間ベースでの BDF 利用促進も訴えかける。

原料である廃食油の調達を安定させるにはより多くの排出先から回収する必要がある。その為、ダバオ市において全排出者を網羅する廃食油回収制度の構築を行うのは、提案法人のビジネス展開にとって重要な意義を持っている。

提案法人の BDF 精製装置自体を食品加工工場等の大口排出先をターゲットとして販売することも計画している。本調査においてポテンシャル顧客と面談した際、BDF 精製装置を購入する前提として BDF が問題なく車両に使用できる事と言われており、BDF を使用した場合の走行試験結果を示すことが重要となる。

更に、今後 DENR が RA6969 の厳格運用を進めた場合、DENR がダバオ市をモデル都市として地方自治体に対して同様に廃食油回収制度の構築を要請する可能性も考えられる。その場合、フィリピン全土の地方自治体より BDF 精製装置に対する需要が生まれる可能性が高い。その為にも、ダバオ市において廃食油の回収～BDF 使用までの一貫した生産モデルを構築することが提案法人のビジネス展開にとって重要となる。

ODA 案件形成における課題と対応策

(1) インフラの整備状況

インフラの整備状況において課題となるのは、廃食油回収のインフラである。特に、廃食油回収を行う車両の不足が挙げられる。回収量が少ない内は軽トラック等の既存車両で対応可能であるが、回収量が増加する普及・実証事業開始後には既存車両だけでは対応が困難と推測される。その為、普及・実証事業中は日本側がレンタカーを調達し、C/P 側で運用する体制を検討している。事業期間を通じて廃食油回収制度を構築し、ダバオ市側で車両を購入する予算手当を行うように働きかけていく。

(2) プロジェクト実施に必要な許認可

BDF 精製装置の設置には 2 つの許認可が必要となる。1 つ目は環境影響評価(Environment Impact Assessment: EIA) の取得が必要となる。2 つ目は、RA6969 に基づく廃食油処理に関する許認可である。申請者が SEC 登録を有していることとの要件があり、普及・実証事業の開始時点で現地法人設立が必要となることが懸念された。しかしながら、DENR 事務所 Dr. Malou Batocory, Vice Department Head に確認したところ、同装置が事業後にダバオ市へ引き渡されることを考慮すれば、申請者はダバオ市となり、申請者の要件は満たしているとの見解が得られた。

(3) C/P 側の人員体制

C/P となる CENRO の人員体制では、BDF 精製装置のオペレーターとして 2 名の専従職員を配置するとの意向を確認している。廃食油回収に関しては、現在の人員だけでは対応できない為、新たに人員を雇用する計画を作成している。新たな人員を雇用する際の想定費用については BDF の精製コスト試算の値に含めており、ディーゼル燃料購入費用の削減分で補うことが可能である。その為、追加的な予算措置を講じなくとも対応できることを確認している。

第5章 ビジネス展開の具体的計画

市場分析結果

本調査を通じて実現可能性が高いと判断されたビジネスモデルは以下3つである。

(1) 自社プラントでのBDF精製と混合燃料の販売

ダバオ市は最大で廃食油を毎週11万L程度回収する事が予想され、これは普及・実証事業を通じてダバオ市へ導入する予定のBDF精製装置の処理能力(5,000L/週)を大幅に超過しており、大量の余剰廃食油の処理を迫られる。そこで、提案企業はダバオ市よりそれら余剰廃食油を有償で買取り、自社プラントにおいて精製したBDFをディーゼル50%と混ぜ混合燃料(B50)としてジープニーに対して販売するビジネスの構築を想定する。B50はガソリンスタンドで販売されているディーゼル(25.70～28.70ペソ/L(2016年1月時点))よりも1～4ペソ/Lほど安い25ペソ/L(精製コスト内訳(BDF:22.54ペソ/L、ディーゼル:23ペソ/L))での販売を予定している。ダバオ市内では約5,000台のジープニーが走行しており、ジープニー1台あたりの燃料消費量は30L/日であることから、5,000台×30L=150,000L/日のディーゼル燃料に対する需要がある。これは年間で約20億ペソ(150,000L/日×25ペソ/L×365日)、約54億円の市場規模である。B50で使用した場合には、約27億円のバイオディーゼルに対する需要が見込める。

(2) 「MAXプレミアムプラント」装置販売

MAXプレミアムプラント(精製能力:1,000L/日)を民間の食品加工工場とショッピングモールへ販売する。本調査を通じて、フィリピンの食品加工メーカー最大手がBDF精製装置の導入に関心を示した。加えて、ショッピングモールはこれまでは入居するレストランの廃食油処理は各店舗に任せていたが、RA6969により今後はモールが各店舗より廃食油を回収し、法令に則った処理を行うとの意向であった。モールが法令に則った処理を行えば廃食油を無害化することができる。それに伴い、廃食油をリサイクルできるBDF精製装置への需要が今後発生する可能性が高い。食品加工工場は全土で15箇所とダバオ近郊で1箇所、ショッピングモールは100箇所以上が全土に、ダバオ近郊で15箇所が展開している。提案企業は日本国内でBDF精製装置を150台以上販売した実績を有するが、その内の8割以上が精製能力200L/日以下の中小規模な装置である。大規模な精製装置に対する需要を持つ事業者が100社以上存在することが期待され、市場規模が約20億円(2,500万円/機×100社)以上見込めるフィリピン市場は極めて魅力的な市場であると言える。

(3) 自社プラントでの委託精製

自社で設立したプラントで廃食油を引き受け、BDFを精製した上で、廃食油の提供者へ引き渡すというビジネスである。提案企業は、BDF精製に対する対価を受け取る。本ビジネスではダバオ市の様に廃食油回収に取り組む地方自治体の中でも、①BDF精製装置への初期投資を負担するだけの財政的余裕がなく、②効率的に装置を稼働出来るだけの量(目安:1,000L/日)の廃食油が集まらない為、BDF装置の販売には向かない中規模な自治体を対象とする。RA6969では家庭での廃食油適正処理の管理責任を balan-gai と定義しており、balan-gai を所掌する地方自治体では家庭からの廃食油回収とそ

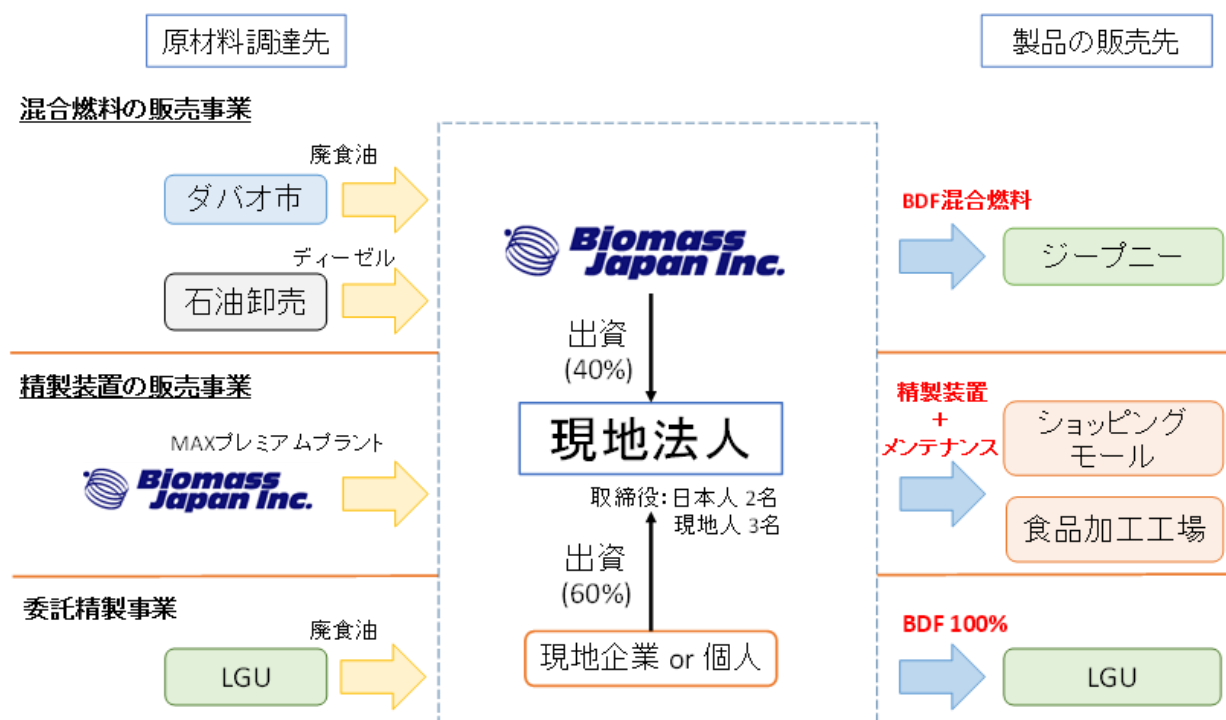
の後の処理が課題となる。普及・実証事業においてダバオ市による BDF 精製事業が成立すれば、同様に BDF 精製に関心を示す自治体が出てくる。実際、ダバオ市近郊の地方自治体より廃食油回収・BDF 精製事業に対して関心が示されている。近郊の自治体(Davao del Norte, Compostela Valley, Davao del Sur, Davao Oriental, Davao Occidental)だけでも人口は合計で約 300 万人おり、約 16 万 L/週の廃食油回収ポテンシャルがある。精製した BDF を 16 ペソ/L で販売した場合、年間 1.3 億ペソ (16 万 L/週×52 週/年×16 ペソ/L)、約 3.5 億円規模の市場形成が見込める。

事業戦略及び実施体制

提案企業は普及・実証事業終了後にまずはダバオ市での BDF 混合燃料の販売事業を開始する。ダバオ市における廃食油回収は同事業終了後には確立されており、BDF 使用の安全性も証明されている。その為、BDF 混合燃料の販売事業が最も早く事業化が見込める。まずは日量 5,000L (ダバオ市のポテンシャル回収量の 30%相当) の精製容量を有するプラントを建設する。その後、プラントの精製容量を増強していき、3 年目までに 7,000L (同 45%)、5 年目までに 10,000L (同 63%)、8 年目には 12,000L (同 76%) まで容量を拡大させる計画である。

また、BDF 精製装置の販売についても並行して事業展開を行う。現地法人が提案法人製品の代理店となり、フィリピン内での販売とメンテナンスを担う。3 年目までに 7 箇所へ導入し、それ以降は年間に 3~5 台のペースで販売していく計画である。

BDF 委託精製事業の開始は 3 つのビジネスモデルの中では最後になる。まずは事業開始 2 年後までに、本調査に興味を示しているダバオ市近郊の自治体からの受注を目指す。その後は 2 年おきに新たな地方自治体と委託契約を締結する計画である。



事業化に向けたスケジュール

上記事業展開のスケジュールは以下を想定している。普及・実証事業期間中には現地法人を設立し、2018年4月より本格的なビジネス展開が行えるように準備する。

マイルストーン	2017	2018	2019	2020
1. 現地法人設立準備	→			
2. 現地法人設立		★		
3. 精製プラントの建設		→		プラント増強工事開始 →
4. 精製プラントの稼働			→	
5. 精製装置の販売活動		→ ★ 初号機受注		
6. 委託製造の営業活動				LGUとの委託契約締結 ★ →

事業展開した場合の開発効果

(1) 水質汚染の改善効果

廃食油を水源に投棄しているのは露店や一般家庭等の小口排出者であり、それらより廃食油を回収することが水質改善に繋がる。ビジネス展開において小口排出者からの廃食油を対象とするのは、ダバオ市におけるBDF混合燃料の販売事業と地方自治体からの委託精製事業である。

① ダバオ市における水質改善効果

Davao RiverのBOD値は2014年時点で2.4mg/Lであり、基準値を下回っているが、今後異常気象による渇水で川の水量が下がった場合に著しくBOD値が悪化する可能性もある。よって、小口排出者まで廃食油回収を広げ、水質汚染の原因物質となる廃食油の流入を未然に防止する事が求められている。ビジネス展開を通じて精製プラントの能力は最大で84,000L/週まで増強される。その場合、年間で処理される廃食油量は約4,380トンであり、濃度を水質基準値以下にするのに必要な2,200万トンの水源を1年間で保護することが出来る。

② 他地方自治体における水質改善効果

委託製造を行うプラントの処理能力は最大で70,000L/週を想定している。その場合、年間で処理される廃食油量は3,650トンであり、濃度を水質基準値以下にするのに必要な1,825万トンの水源を保護する事が出来る。

(2) 大気汚染の改善効果

大気汚染に関してもBDFにより大幅に改善が可能である。ディーゼル燃料をBDFに切り替えた場合、PM物質の含有量が47%低減され、大気汚染の改善効果が見込める。計画ではBDF混合燃料はダバオ市のジープニーの約1割へ供給され、PM濃度を約2.2%削減することに貢献する。また、年間のBDF精製量は最大で3,942トン(12,000L/日×365日×90%)であり、これを全てディーゼルと置き換えた場合、二酸化炭素削減量は10,328トン-CO₂/年と推計される。MAXプレミアムプラント(1,000L/日)を1台販売するのにつき、年間で328,500L(1,000L/日×365日×90%)のディーゼル燃料がBDFにより置き換えられることになり、年間860トン-CO₂の削減効果も生まれる。10年間で計42台の販売を見込

んでいる為、総削減量は 36,120 トン-CO₂/年と見込んでいる。本事業による総削減量は、46,842 (10,722+36,120) トン-CO₂/年となり、フィリピンの年間 CO₂ 排出量 (約 8,200 万トン-CO₂) の約 0.05% が削減されることとなる。

案件化調査

フィリピン国 廃食油回収システムの構築及びバイオディーゼルの製造と普及による環境改善に関する案件化調査

企業・サイト概要

- 提案企業: バイオマス・ジャパン株式会社 / 株式会社篠崎運送倉庫
- 提案企業所在地: 東京都豊島区 / 埼玉県鴻巣市
- サイト・C/P機関: フィリピン共和国ダバオ市

Davao City Environment and Natural Resource Office (CENRO)



BDF製造装置: MAXプレミアムプラント

フィリピン国の開発課題

- 車両排気ガスによる大気汚染
- 廃食油の不適切処理による水質汚染
- 急激な都市化による基礎インフラ不足で引き起こされる、廃食油を含む特殊廃棄物の処理問題

中小企業の技術・製品

- 1日1,000L以上のBDFを連続して精製可能
- 廃水を発生させないBDFの製造技術
- BDF使用車両の整備技術

調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

普及・実証事業

- 廃食油回収システムの構築
 - CENROへのBDF精製装置の導入
- #### 期待される開発効果
- 投棄されていた廃食油回収による水質汚染の軽減
 - BDF使用による大気汚染物質の排出削減による大気汚染の軽減

日本の中小企業のビジネス展開

- ダバオ市内でのBDF混合燃料の精製・販売
- ダバオ市以外での事業展開、BDF精製装置の販売

はじめに

1. 調査名

廃食油回収システムの構築及びバイオディーゼルの製造と普及による環境改善に関する案件化調査
Feasibility Survey for Improving Environment through Establishment of Waste Cooking Oil Collection System
as well as Production and Propagation of Biodiesel

2. 調査の背景

フィリピン国（以下、フィリピン）は年7.2%という他のASEAN諸国との比較においても好調な経済成長を背景に近年アジアの中でも特に注目を集めている新興国市場である。1人当たりGDPは2014年時点で2,872ドル¹まで成長し、人口も年率1.6%の増加を続け、2014年時点で約9,914万人と1億人へと近づきつつある。平均年齢も23.5歳（2014年）と若年労働力にも恵まれており、かつ国民全般が高い英語力を有するなど、更なる経済成長のポテンシャルを有している。

しかしながら、各種指標ではASEAN主要国の中でも高成長を続ける一方で、近年の急速な人口増加と都市化により環境汚染が深刻な問題となっている。廃食油を含む特殊産業系廃棄物に対する規制や回収制度の不備により都心部の重要河川では水質汚染が深刻化している。更に、所得向上による個人保有車両台数とジープニーやバス等公共交通車両の増加が都市部での交通渋滞を引き起こし、更に排気ガス規制の不備も相まって、深刻な大気汚染へと繋がっている。環境汚染は実際に健康被害や経済損出も発生しており、対策が急務である。

また、石油依存からの脱却と大気汚染改善に向けてフィリピン政府は東南アジアでは初のバイオ燃料法（the Philippines Biofuel Act RA 9367）を2006年に施行した。2009年からバイオディーゼル燃料（以下、BDF）混合（2%）の使用を義務付けている。更に、National Biofuels Program 2013-2030においては2025年までにBDF20%混合燃料の義務化が計画されている。現状ではBDFは国内で豊富に生産されているココナツ油が原料となっており、国内需要を満たしている。しかし、混合比が上昇した場合はココナツ油以外の原料からも生産できる多様化も求められている。

3. 調査の目的

上記背景より本調査は、廃食油回収システムの構築及びBDF精製装置の導入により水質汚染、大気汚染の環境改善を目指すものである。提案法人であるバイオマス・ジャパンと共同実施者の篠崎運送倉庫は、日本において地方自治体や食品加工工場より廃食油を回収し、BDFの製造及び使用までの一貫したシステムを運営している。この技術を活用し、フィリピンで深刻化する水質と大気汚染をBDF精製技術の普及により解決する。本事業では飲食店や一般家庭において不法に処理・投棄されている廃食油を回収し、BDFに精製した上で、公共交通機関であるジープニー及び地方自治体が所有する廃棄物回収車の燃料としてBDF100%、もしくはBDF混合燃料として使用するシステムの構築を目指す。本システムを構築する事で以下2点の開発効果が得られることが期待される。①未処理のまま河川等に投棄されている廃食油を回収することで水質への負荷を軽減する（水質汚染改善）。②BDFは汚染物質の含有量がディーゼル燃料よりも低い為、ディーゼル車両からの排ガス中の大気汚染物質が軽減される（大気汚染改善）。

¹ The World Development Indicators, World Bank 2015

4. 調査対象国・地域

フィリピンのミンダナオ島ダバオ地方 ダバオ・デル・スル州にあるダバオ市（英語名：Davao City）を調査対象地域とする。

5. 団員リスト

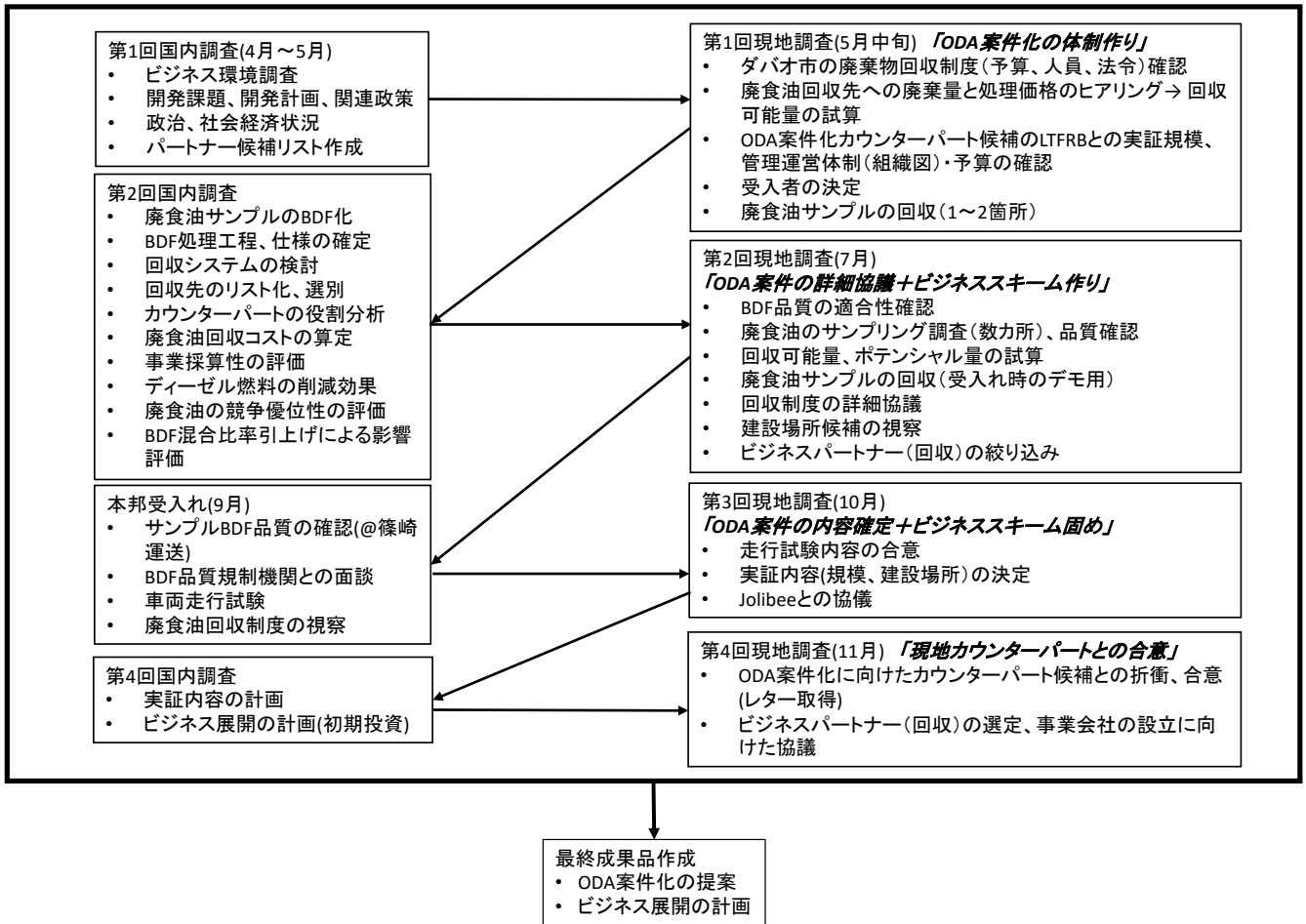
氏名	所属先	部署/役職	担当業務
北濱 剛	バイオマス・ジャパン	執行役員 営業本部長	業務主任者/総括
内田 勝巳	バイオマス・ジャパン	代表取締役社長	現地市政府、ビジネスパートナーとの交渉
篠崎 晃市	篠崎運送倉庫	代表取締役社長	廃食用油回収設備の仕様検討
尾澤 政弘	篠崎運送倉庫	専務取締役	廃食用油回収設備の仕様検討
服部 倫康	マイクライメイト ジャパン	代表取締役社長	チーフアドバイザー/副総括
古川 真梨子	マイクライメイト ジャパン	カーボンプロジェクトグループ/ マネージャー	現地法・投資規制調査、 ビジネスパートナーとの交渉
清家 涼央	マイクライメイト ジャパン	カーボンプロジェクトグループ/ コンサルタント	現地政府、ビジネスパートナーとの交渉、
水本 穰戸	マイクライメイト ジャパン	カーボンプロジェクトグループ/ アナリスト	提案者の現地調査支援 /ODA 案件化計画の立案
原 典孝	マイクライメイト ジャパン	カーボンプロジェクトグループ/ コンサルタント	ビジネスの普及性、事業計画、投資計画の立案
榊原 恵	マイクライメイト ジャパン	カーボンプロジェクトグループ/ アナリスト	廃食用油回収制度の検討
ユウ ローリン	マイクライメイト ジャパン	カーボンプロジェクトグループ/ アナリスト	現地調査後方支援/調査データ纏め
渡邊 さやか	マイクライメイト ジャパン	カーボンプロジェクトグループ/ コンサルタント	現地法制度の調査、法制化の支援

高野 武	一般財団法人東亜総研	事務局長	本邦受入活動
高津 淑人	東京都市大学	准教授	BDF 品質検査

6. 現地調査工程

調査期間である 2015 年 5 月から 2016 年 2 月までに、計 4 回の現地調査と 2015 年 9 月に本邦受入れ研修を実施した。

(1) 全体調査工程



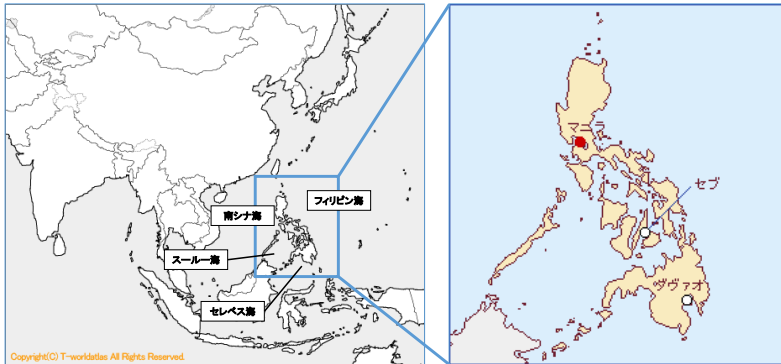
(2) 現地調査工程

現地調査	訪問先	活動内容	実施時期
第1回	ダバオ市環境課	<ul style="list-style-type: none"> ・廃食油処理の状況をヒアリング ・回収制度の構築案協議 ・ODA案件化の体制協議 ・受入れ者の決定 	5月中旬
	LTFRB	<ul style="list-style-type: none"> ・実証規模の協議 ・実証装置の建設場所 ・ODA案件化の体制協議 ・受入れ者の決定 	
	ジープニー事業組合(ダバオ)	<ul style="list-style-type: none"> ・走行距離、エネルギー消費量のヒアリング ・ディーゼル燃料の調達方法確認 	
	ダバオ市投資促進センター	<ul style="list-style-type: none"> ・廃食油回収先の情報提供 ・ダバオ市の投資環境調査 ・ビジネスパートナー(回収)の照会 	
	日本人商工会議所	<ul style="list-style-type: none"> ・ビジネスパートナー(回収)の照会 ・BDF利用先候補のヒアリング 	
	エネルギー省	<ul style="list-style-type: none"> ・BDF品質基準の確認 ・受入れ者の決定 	
	食品加工工場、レストラン	<ul style="list-style-type: none"> ・廃食油産出量のヒアリング、サンプリング・品質の確認 ・処理価格の確認 ・回収先のマッピング ・サンプル提供のお願い→日本へ持帰り 	
第2回	ダバオ市環境課	<ul style="list-style-type: none"> ・回収制度の協議 ・回収車の仕様検討 ・本邦受入れ日時等の調整 	7月
	LTFRB	<ul style="list-style-type: none"> ・建設場所候補の選定 ・BDF使用メリット(採算性)の提示 ・本邦受入れ日時等の調整 	
	ジープニー事業組合(ダバオ)	<ul style="list-style-type: none"> ・BDF使用メリット(採算性)の提示 ・走行試験内容の調整 	
	エネルギー省	<ul style="list-style-type: none"> ・BDF品質の適合性確認(日本へ持ち帰ったサンプルでの結果を用いて) ・本邦受入れ日時等の調整 	
	食品加工工場、レストラン	<ul style="list-style-type: none"> ・廃食油のサンプリング、品質確認 ・廃食油サンプルの回収(招聘時のデモ用) 	
	ビジネスパートナー(回収)	<ul style="list-style-type: none"> ・パートナー候補との面談、候補絞り込み 	
	Jolibee(ダバオ市内)	<ul style="list-style-type: none"> ・委託製造事業の提案 ・日本招聘の打診 	
第3回	ダバオ市環境課	<ul style="list-style-type: none"> ・回収制度の決定 ・実証規模の決定 	10月
	LTFRB	<ul style="list-style-type: none"> ・実証規模の決定 ・建設場所の決定 ・車両整備指導要領の協議 	
	ジープニー事業組合(ダバオ)	<ul style="list-style-type: none"> ・走行試験内容の調整 	
	ビジネスパートナー(回収)	<ul style="list-style-type: none"> ・事業計画の協議 	
	Jolibee(ダバオ市内)	<ul style="list-style-type: none"> ・委託製造事業の詳細協議 	
第4回	ダバオ市環境課	<ul style="list-style-type: none"> ・ODA案件化への合意、レター取得 	11月
	LTFRB	<ul style="list-style-type: none"> ・ODA案件化への合意、レター取得 	
	ジープニー事業組合(ダバオ)	<ul style="list-style-type: none"> ・走行試験への合意、試験後の事業展開 	
	ビジネスパートナー(回収)	<ul style="list-style-type: none"> ・事業開始に向けた合意 ・事業会社の設立(共同実施者間) 	
	Jolibee(ダバオ市内)	<ul style="list-style-type: none"> ・委託製造事業の合意 	

第1章 対象国・地域の現状

1-1 対象国・地域の政治・社会経済状況

フィリピンは、東をフィリピン海、西を南シナ海、南をセレベス海に囲まれた大小7,107の島々で構成されており、インドネシアに次いで世界第2位の群島国家である（図1-1）。東アジア地域と東南アジア諸国連合（ASEAN）各国とも地理的に隣接している事から、アジア地域の要所として今後も経済発展が



期待されている。日本との間に大きな政治的懸案事項は存在せず、活発な貿易、投資、経済協力関係を背景に、両国関係は極めて良好である。

図 1-1 フィリピンの位置

1-1-1 政治体制

フィリピンは、立憲共和制で国家元首である大統領を中心に中央政府（行政）、国会（立法）、裁判所（司法）の三権分立が確立されている。大統領は国民から直接選挙制によって選出され、任期は6年で、現行憲法では再選は禁止されている。

2010年には第15代大統領としてペニグノ・アキノ3世が就任した。同氏が腐敗対策を最重要課題として取り組んだ結果、腐敗認識指数（Corruption Perceive Index）において、大統領就任当時（2010年）の134位から2014年には85位へと上昇した²。フィリピンがこの4年間に上昇した順位（49位）は、ランキング対象国の中で最大であった。こうした腐敗対策の進展に対する国民の評価は高く、マルコス政権（1965～1986年）崩壊後に誕生したどの政権よりもアキノ政権に対する国民の支持率は高位で安定している（図1-2）。加えて、同政権は国際的にも高く評価されており、フィリピンの国際的な信用力は上昇傾向にあり（図1-3）、外国企業からの投資機会を増加させる結果にも繋がっている。安定的な政権運営を続けるアキノ政権ではあるが、同大統領の任期は2016年までである。その為、目下の政治的重要課題は、現政権が進めてきた腐敗対策や経済改革を次期大統領も継続出来るのか、という点にある。2016年5月には次期大統領選挙が予定されており、既に複数の候補者が出馬表明している。

本調査の対象地域であるダバオ市のロドリゴ・デュテルテ市長も有力な大統領候補として国民から期待されている一人である。デュテルテ市長は約20年以上にも渡ってダバオ市の行政を担い、強力なリーダーシップを背景にダバオ市において犯罪撲滅と腐敗防止に取り組んでおり、次期大統領となれば国民が望むアキノ政権の政策路線を継続することが見込まれると報道されている³。

² 腐敗認識指数(Corruption Perceive Index)：独 NGO トランスペアレンシー・インターナショナルが、全世界175か国を対象に国家の政治腐敗レベルを数値化し、腐敗レベルの低い国家が上位となるようにランキングしたもの。

³ Duterte vows to fight corruption, criminality if elected president, INQUIRER.NET, 2015/11

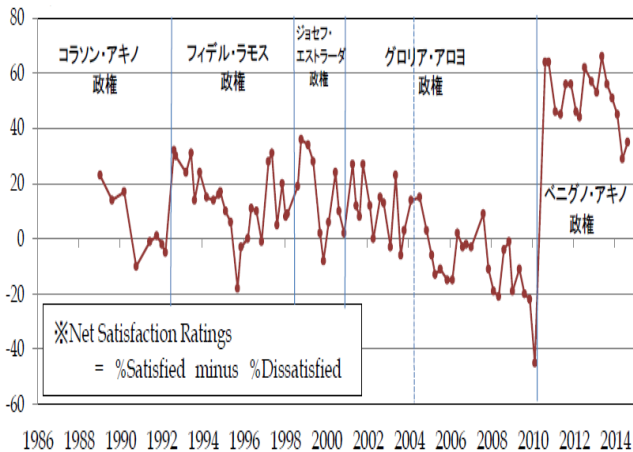


図 1-2 政権に対する国民支持率⁴

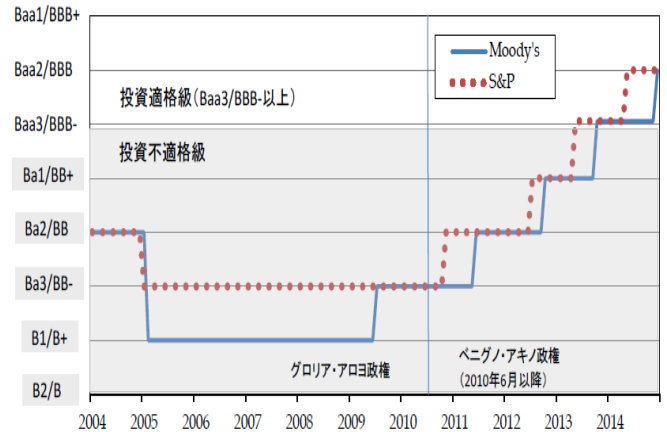


図 1-3 国際的信用機関からの格付け評価の推移⁵

海外メディアからは、フィリピンの経済発展を牽引してきた海外からの直接投資を今後も呼び込み、好調な経済成長を維持することが出来るかは、ポスト・アキノ政権が汚職撲滅の路線を継続し、積み重ねてきた国際的な信用力を高める意向を示す必要があるとされている⁶。今後のフィリピン経済の行く末は、来年の大統領選挙の結果に影響を受ける。

1-1-2 社会経済状況

1950年代以降の10年毎の経済成長率を見ると、フィリピンは1990年代までASEAN主要5か国中最下位であった。1980年代半ばにはアジアで初めて対外債務のデフォルトに追い込まれ、「アジアの病人」と呼ばれるほどの経済不振を経験した。現アキノ政権の誕生後は、2009年はリーマンショックによる世界経済失速の影響を受けて成長率は低下したものの、2012年には6.8%、2013年には7.2%と他のASEAN諸国との比較においても高い伸びを記録している（図1-4）。

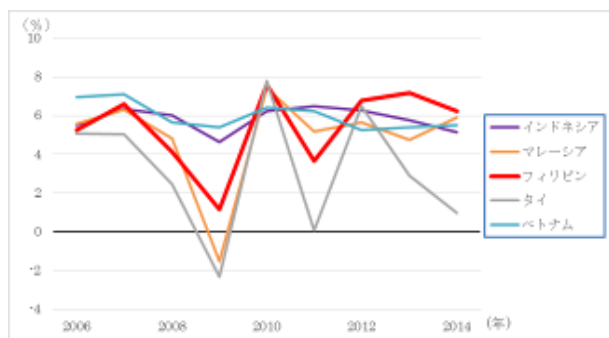


図 1-4 ASEAN 主要5か国の経済成長率⁷



図 1-5 フィリピン証券取引所の株価指数の推移⁸

フィリピン経済の好調は、投資家からの期待感として株価にも反映されており（図1-5）、フィリピン

⁴ Social Weather Stations, Philippines, “Net Satisfaction Ratings of Presidents, Philippines, May 1986 to December 2013”

⁵ 公益財団法人 国際通貨研究所「就任4年半を迎えるベニグノ・アキノ大統領～ポスト・アキノも改革路線は継続するか～」(2014/12)

⁶ Presidential race boiling down to corruption, economy, NIKKEI ASIAN REVIEW, 2015/10

⁷ International Monetary Fund, World Economic Outlook Database(2014/10) に基づき JICA 調査団作成

⁸ 三菱UFJリサーチ&コンサルティング「フィリピン経済の現状と今後の展望」(2015/3)

の株価指数は2009年からは急上昇し、2014年には史上最高値を更新した。これは前述したとおり、アキノ政権の反腐敗政策が国際的に高い信認を受けている事が要因となっている。一方で、国内間の所得格差を表すジニ係数に目を向けると、近隣国と比べてフィリピン国内での所得格差は大きいことが分かる(図1-6)。また、華人系財閥や大地主など一部の富裕層に富が集中し、中間層がないと言われるほどに所得分布に偏りが有り、所得格差が埋まらない。この原因の一つとして、国内の失業率の高さが挙げられる。近年の好調な経済成長とは裏腹にフィリピンの失業率は周辺のASEAN諸国の中で最も高い(図1-7)。失業率の高い原因としては、急激な人口増加により毎年多数の学校卒業者が労働市場に送り出されるにも関わらず、それらの受け皿となるだけの雇用が創出されていないことである。海外からの労働集約型の輸出製造業の進出が望まれているが、近隣諸国と比較しても輸出向け製造業の進出は進んでいない(図1-8)。現アキノ政権は、出遅れが顕著であった海外直接投資の増加を狙い、2014年までに年間の国内外直接投資を2009年実績から倍増させることを目指す「フィリピン投資促進戦略(Philippine Investment Promotion Plan)」を発表しているが、フィリピンへの投資率は周辺諸国と比べると低い。

フィリピン経済は、各種指標ではASEAN主要国の中でも高成長を続けているが、実態は少ない海外直接投資や国内失業率の高さ等に不満を持つ国民が多数存在する。海外から直接投資、特に輸出製造業の進出数を増加させることが出来るかが経済課題となっている。

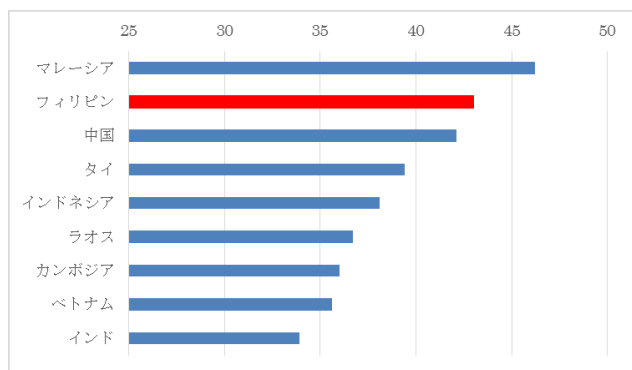


図 1-6 アジア各国のジニ係数(2003~2012)⁹

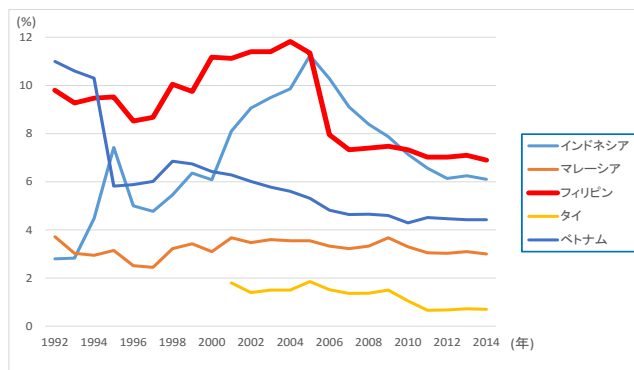


図 1-7 ASEAN 主要 5 か国の失業率の推移¹⁰

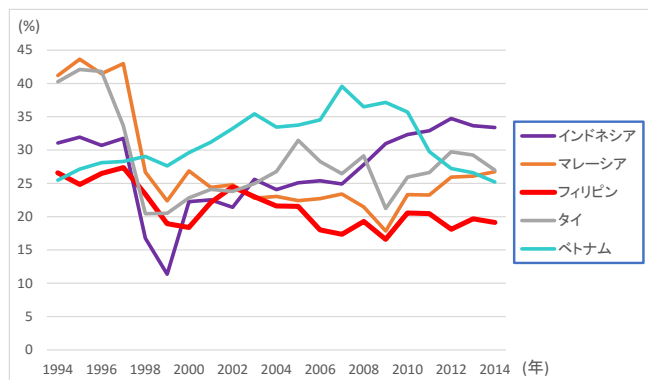


図 1-8 ASEAN 主要 5 か国の投資率¹¹

⁹ UNDP, "Human Development Report 2014" (2014)に基づき JICA 調査団作成

¹⁰ International Monetary Fund, World Economic Outlook Database(2014/10)に基づき JICA 調査団作成

¹¹ International Monetary Fund, World Economic Outlook Database(2014/10) に基づき JICA 調査団作成

1-1-3 調査対象地域の政治・社会経済状況

本調査の対象地は、ミンダナオ島の南部に位置するダバオ市である（図 1-9）。同市は人口約 159 万人（2014 年）の大都市で、メトロマニラ、メトロセブに次ぐ第 3 の都市圏である。市の行政面積は 2,443.61 平方キロで、世界最大の行政面積を誇る。ダバオ市が位置するミンダナオ島は、メトロマニラが位置するルソン島に次いで 2 番目に大きい島で、フィリピン最大の森林面積を活用した農業・林業が主要な産業である。熱帯性気候帯に位置する同島ではあるが、近年フィリピンに大きな被害をもたらしている大型台風もミンダナオ島には稀にしか上陸しない為、農業・林業にとっては理想的な環境である。同島周辺には豊富な水産資源もある為、漁業も盛んである。その為、ミンダナオ島は他地域と比較すると第一産業が経済に占める割合が突出して高い。1970 年代以降、ムスリムの分離独立を訴えるモロ・イスラム解放戦線（Moro Islamic Liberation Front: MILF）や大地主やプランテーションの打倒を目指す新人民軍（New People's Army: NPA）による内戦がミンダナオ島山岳部で起こり、ダバオ市周辺は比較的平穏を維持していたものの、それら反政府運動の影響を受けた。2000 年代に入りダバオ市周辺は再び安定を取り戻し、農業に加え情報産業も振興させようとしている。経済状況に目を向けると、ダバオ市は非常に良好な状態である。2009 年から 2013 年にかけて、市内の企業の資本金は増加し続け、2009 年から 2013 年にかけて、合計で 11.39% もの資本の増加が確認され¹²、現在でもその傾向が変わらずに続いている。

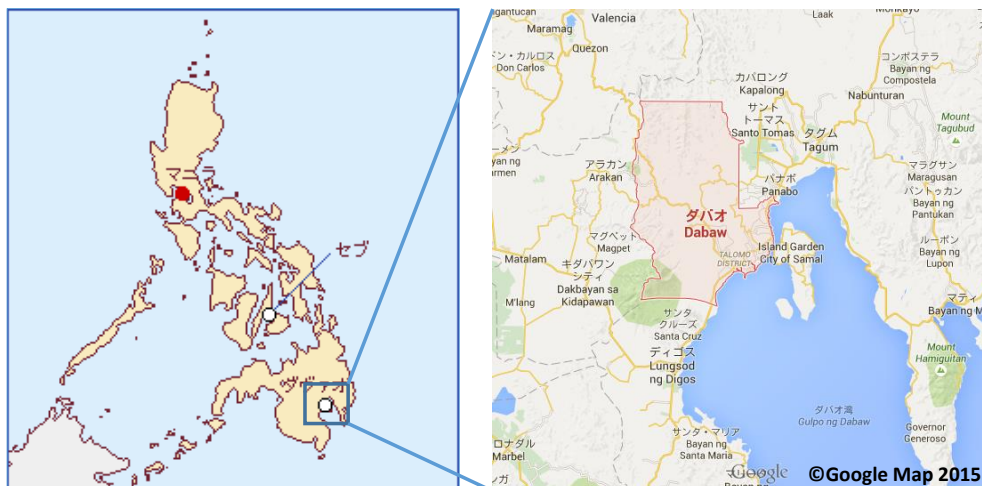


図 1-9 ダバオ市の位置

1-2 対象国・地域の対象分野における開発課題

フィリピンは急激な経済発展と人口増加による都市化が引き起こす環境汚染が深刻化し、特にマニラを始めとした都市部ではその深刻度が増している。それら環境汚染の深刻化を食い止める政策立案の遅れや執行主体の不在は政治課題とされてきた。水質汚染や大気汚染は住民の健康被害に繋がることも懸念されている。

1-2-1 開発課題-1 (大気汚染)

フィリピンにおける大気汚染の主な汚染源は、交通機関からの排ガスであるといわれている。大気汚

¹² Davao City Business Bureau – City Mayor's Office In terms of Capitalization

染の原因の 65%が自動車等の移動発生源（mobile source）からの排出（表 1-1）とされており、中でもジープニーが大気汚染物質の大きな排出源と推測される。

表 1-1 各発生源からの排出汚染物質の年間排出量（2006 年）¹³

発生源	PM ($\mu\text{g}/\text{N m}^3$)	SO _x ($\mu\text{g}/\text{N m}^3$)	NO _x ($\mu\text{g}/\text{N m}^3$)	CO ($\mu\text{g}/\text{N m}^3$)	VOC ¹⁴	合計	%
Stationary	110	598	326	360	67	1,461	20.9
Mobile	244	14	405	2,988	914	4,565	65.1
Area	423	1	327	166	63	980	14.0
合計	777	613	1,058	3,514	1,044	7,006	100.0

フィリピンの自動車販売台数は、好調な経済成長を背景に 2014 年に前年から 32.6%増加、年間販売台数が 30 万台に達すると見込まれている。これは 2005 年の販売台数（97,000 台）と比較すると約 3.1 倍という急激な増加である。特に、個人向けの販売が前年比 46.5%増加（タクシー等の公共車両は、24.7%増加）¹⁵と、経済成長による富裕層や中間所得層の増加に伴い私有車の台数が増加している。現在、フィリピンの自動車保有台数は 1,000 人当たり 35 台と近年著しい成長が見られるものの、ASEAN 諸国と比べて自家車両の保有率は未だ低いのが現状である（図 1-10）。また、自家用車を保有するのは富裕層と一部の中間層に限られており、大多数の市民は公共交通機関であるバスやジープニーを利用している。その為、人口増加に伴い公共交通用の車両台数も増加の一途を辿っており、ジープニーの台数は国内で 23 万 4 千台¹⁶（2006 年時点では 21 万 6 千台）に達している。

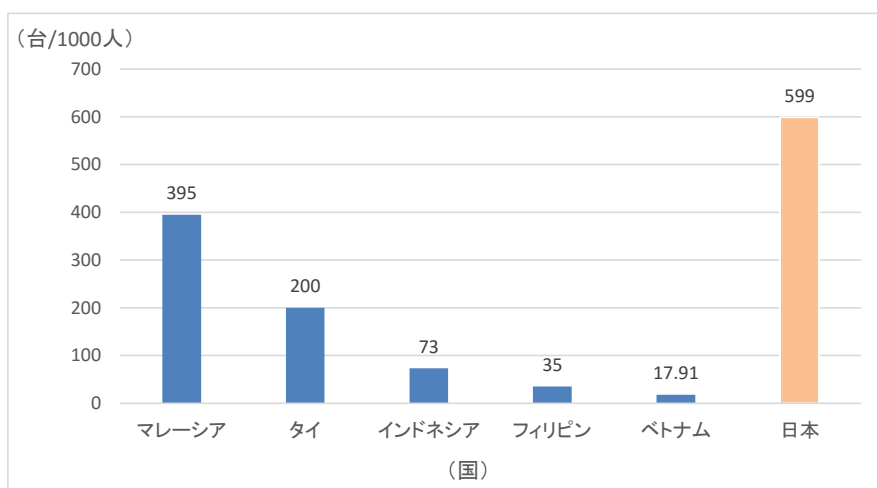


図 1-10 ASEAN 主要 5 か国と日本の自家用車保有台数¹⁷

¹³ National Air Quality Status Report (2005-2007), DENR EMB, 2009)

¹⁴ Volatile Organic Compounds $\mu\text{g}/\text{NcM}=\text{micrograms}/\text{m}^3$: 揮発性有機化合物

¹⁵ The Chamber of Automotive Manufacturers of the Philippines Inc. and Truck Manufacturers Association, Reports, <http://www.campiauto.org/>, 2014/12

¹⁶ Land Transportation Franchising and Regulatory Board, “Distribution of Land Transportation Services as of December 2012. (2012/12)

¹⁷ the International Organization of Motor Vehicle Manufacturers, <http://opinion.inquirer.net/81156/motorization-boon-and-bane>, 2012/7

ジープニーは、その 92%が大気汚染物質の排出が多いディーゼル車を使用している¹⁸上に、都市部では交通渋滞が慢性的に発生し、汚染物質の排出が増加している。

大気汚染の現状については、Department of Environment and Natural Resource (DENR) が 1999 年に施行した Philippine Clean Air Act (RA8749) に基づきモニタリングを実施している。表 1-2 は、大気物質基準の設定に使用されている全国大気質基準指標 (NAAQS) を示したものであるが、ほぼ全ての汚染物質に対して WHO (World Health Organization) 基準を上回る値に設定されており、フィリピンの大気質基準そのものが汚染の深刻度を表している。ダバオ市の大気質は全て NAAQS 基準を下回っているが、TSP や PM₁₀は WHO ガイドラインを上回っている。

マニラ首都圏の大気汚染はより深刻である。アジアの主要都市における大気汚染状況を比較すると (表 1-3)、マニラ是北京に次いで大気汚染が深刻であり、ASEAN の主要都市の中では最も深刻度が高い。マニラにおける浮遊物質 (PM₁₀) は最も深刻な状況であるが、二酸化硫黄 (SO₂) やオゾン (O₃) の値も WHO 基準を 3 倍超過する値となっている。

深刻な大気汚染は実際に健康被害も引き起こしている。Department of Health によると、大気汚染による健康被害の実例として、2000 年より死亡原因の第 4 位に肺炎、第 7 位に慢性下気道疾患¹⁹と共に呼吸器系疾患が入っており、2011 年までその状態が続いている為、大気汚染が改善されずに常態化していると言える。

表 1-2 全国大気質基準 (NAAQS) 指針値と WHO 基準、ダバオ市の大気質²⁰

汚染物質(μ g/Nm ³)	平均時間	NAAQS	WHOガイドライン	ダバオ市の大気質	
				測定値	測定年
総浮遊粒子(TSP)	24時間	230	50	-	-
	年間	90	20	52	2012
PM ₁₀ (直径10μ m以下の粒子状物質)	24時間	150	50	-	-
	年間	60	20	56	2014
NO ₂ (二酸化窒素)	1時間	-	200	-	-
	24時間	150	-	19.8	2013
	年間	-	40	-	-
SO ₂ (二酸化硫黄)	10分間	-	500	-	-
	1時間	-	-	-	-
	24時間	180	20	-	-
	年間	80	-	0.31	2013
O ₃ (オゾン)とその他の光化学オキシダント	1時間	140	-	-	-
	8時間	60	100	14.53	2013
	24時間	-	-	-	-
CO(一酸化炭素)	1時間	35,000	30,000	-	-
	8時間	10,000	10,000	1,120	2014
Pb(鉛)	3ヶ月	1.5	-	-	-
	年間	1.0	0.5	-	-

¹⁸ 三菱 UFJ 証券株式会社 平成 19 年度 CDM/JI 事業調査 “フィリピン・マニラ首都圏における公共交通機関の燃料効率向上及び大気汚染緩和事業調査” 報告書

¹⁹ Deprment of Health, The 2000, 2005, 2011 Philippine Health Statistics (2000, 2005, 2011)

²⁰ ダバオ市の大気質は DENR EMB Region XI より得たデータに基づく

表 1-3 アジア主要都市での大気汚染状況²¹

国	都市	PM	SO ₂	CO	NO ₂	O ₃	Pb
中国	北京	E	D	D	D	C	B
フィリピン	マニラ	E	B	C	D	D	C
インドネシア	ジャカルタ	E	C	C	B	C	D
タイ	バンコク	E	B	B	B	B	C
台湾	台北	D	B	B	B	B	B
マレーシア	クアラルンプール	B	B	C	C	C	C
日本	東京	B	A	A	B	B	A

A: 極めて低い汚染: WHO基準値の半分以下

B: 低い汚染: WHO基準値以内

C: 軽度な汚染: WHO基準値の2倍以下

D: 重度な汚染: WHO基準値の3倍以下

E: 深刻な汚染: WHO基準値の3倍以上

表 1-4 フィリピンの死亡要因上位 10 (2000-2011 年)

順位	2000年	2005年	2011年
1位	心疾患	心疾患	心疾患
2位	循環系疾患	循環系疾患	循環系疾患
3位	悪性新生物	悪性新生物	悪性新生物
4位	肺炎	肺炎	肺炎
5位	不慮の事故	不慮の事故	不慮の事故
6位	結核	結核	結核
7位	慢性下気道疾患	慢性下気道疾患	慢性下気道疾患
8位	周産期の病気	糖尿病	糖尿病
9位	糖尿病	周産期の病気	腎臓疾患
10位	腎臓疾患	腎臓疾患	周産期の病気

大気汚染、ひいてはそれを原因とした健康被害が減少しない原因としてディーゼルからの大気汚染物質、特に PM₁₀ 排出を抑制する対策の遅れが挙げられる。WHO は他の大気汚染物質と比較して PM が最も人体に悪影響を与える汚染物質であるとの調査結果を出している²²。ディーゼルは特に PM₁₀ 排出がガソリンよりも多い。表 1-5 は 2008 年と 2010 年のマニラ首都圏における各車両(ガソリン、ディーゼル別)からの大気汚染物質の総排出量を示したものである。ディーゼルを使用する UV (Utility Vehicle : ジープニー等の公共車両)からの PM₁₀ 総排出量はガソリンと比較すると 2008 年でディーゼルは 14,386 トン/年、ガソリンは 1,023 トン/年でありその差約 14 倍、2010 年でディーゼルは 15,492 トン/年、ガソリンは 951 トン/年でありその差約 16 倍となっている。ジープニーにおいて、ガソリンからの PM 排出量は少なくなっている反面、ディーゼルからの排出量が増えている。また、全体的には 2008 年から 2010 年にかけて、一般車両の PM₁₀ 総排出量は 811 トン/年から 613 トン/年へと減っているものの、バスやトラックでは反対に排出量が増えており、全体的には 29,332 トン/年から 32,243 トン/年へと増加している。こうした中、

²¹ <http://mee.k.u-tokyo.ac.jp/siee/eeip/2004fy/20041025hayashiC.pdf>, N. Hayashi, 2004

²² ROADMAP FOR TRANSPORT INFRASTRUCTURE DEVELOPMENT FOR METRO MANILA AND ITS SURROUNDING AREAS (REGION III & REGION IV-A) [JICA/NEDA, 2014]

フィリピン政府はジープニーの近代化として LPG 車両の導入²³も検討されたが、車両改良に費用がかかる為、普及は進んでいない。

表 1-5 マニラ首都圏における各車両の大気汚染物質の総排出量¹⁶

Vehicle Type	Fuel Used	TOG		CO		NO _x		SO _x		PM ₁₀	
		2008	2010	2008	2010	2008	2010	2008	2010	2008	2010
Cars	Gasoline	32,450	32,640	267,715	269,281	14,603	14,688	647	626	535	538
	Diesel	312	85	912	247	960	260	64	17	276	75
UV	Gasoline	68,793	63,934	515,948	479,502	25,797	23,975	411	384	1,023	951
	Diesel	11,655	12,551	41,626	44,825	23,310	25,102	1,657	1,775	14,386	15,492
Buses	Gasoline	1,108	1,126	1,108	1,126	120	122	1	1	1	1
	Diesel	6,122	8,027	6,122	8,027	6,172	8,091	39	39	217	285
Trucks	Gasoline	435	381	10,396	8,220	1,017	891	7	7	12	11
	Diesel	11,539	13,040	38,671	43,700	38,983	44,053	248	2,806	1,372	1,551
MC/TC	Gasoline	107,561	124,677	150,354	174,280	1,157	1,341	830	962	11,508	13,339
	Diesel										
Sub-Total	Gasoline	210,347	222,757	945,521	932,408	42,694	41,017	1,896	1,979	13,080	14,841
	Diesel	29,628	33,702	87,331	96,799	69,425	77,507	2,009	4,638	16,252	17,402
Total		239,975	256,459	1,032,851	1,029,207	112,119	118,524	3,905	6,616	29,332	32,243

Source: EMB-DENR, METRO MANILA AIR QUALITY STATUS REPORT 2011

CO= carbon monoxide, NO_x= nitrogen oxide, PM= particulate matter, SO_x= sulfur oxide, TOG= Total Organic Gases

1-2-2 開発課題-2 (水質汚染)

フィリピンでは急激な都市化に伴う基礎インフラの不足により、廃棄物処理問題も深刻化している。廃棄物処理については地方政府が処理プログラムの作成と実行を行う事とされており、地方に権限が委譲されている。2001年に、地方自治体の責任のもとで、分別収集や資源の有効利用・リサイクルを通じて固形廃棄物の最終処分量を削減することを目指して Ecological Solid Waste Management Act of 2000 (RA9003) が施行された。しかしながら、本調査で対象とする廃食油を含む特殊廃棄物の処理は未だ発展途上である。フィリピン政府は上述の RA9003 を制定した際に、廃食油を「適切な有効利用や他の目的に利用できる再生可能物質」として定めている。また、Toxic Substances and Hazardous and Nuclear Wastes Control Act of 1990 (RA6969) では廃食油は有害物質として環境に無害な形で廃棄すべきものと位置付けている。

しかしながら、フィリピンでは調理において油を多用する食事が一般的である為、家庭やレストラン、道路上で食品を販売する露店でも油を使った調理を行っており、排水には多量の廃食油が含まれている。DENR が 2005 年に公表したレポートでは水質汚染発生源の約 30%以上が生活排水とされている。油等を含む生活排水は有機性汚水であり、水中に有機物が流れ込むことで酸素量が不足し、魚類等の好気性生物が生存出来なくなる。酸素がほとんどなくなった場合、嫌気性分解が進行し、硫化水素等が発生する事で悪臭の原因となる。2004年に Philippines Clean Water Act of 2004 (RA9275) が施行され、各水域に応じた水質基準 (表 1-6) が Administrative Order 1990-34 に定められている。水質基準は河川・湖水・貯水湖等淡水域については 5 種類 (Class AA, A, B, C, D) に応じて水質基準が定義されている。

²³ <http://business.inquirer.net/81636/finally-a-cleaner-jeepney>

表 1-6 フィリピンにおける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 ⁽ⁱ⁾	1000 ⁽ⁱ⁾	-	-	1000 ⁽ⁱ⁾	-	-	-	-
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 ^(j)	-	-	-	-	-
リン酸塩	mg/L	nil	0.1 ^(k)	0.2 ^(k)	0.4 ^(k)	-	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 ^(m)	1000 ^(m)	1000 ^(m)	5000 ^(m)	-	70 ^(m)	1000 ^(m)	5000 ^(m)	-
内、糞便大腸菌群	MPN/101mL	20 ^(m)	100 ^(m)	200 ^(m)	-	-	nil	200 ^(m)	-	-
塩素 (Cl)	mg/L	250	250	-	350	-	-	-	-	-
銅	mg/L	1.0	1.0	-	0.05 ^(o)	-	-	0.02 ^(o)	0.05 ^(o)	-

(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ヵ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

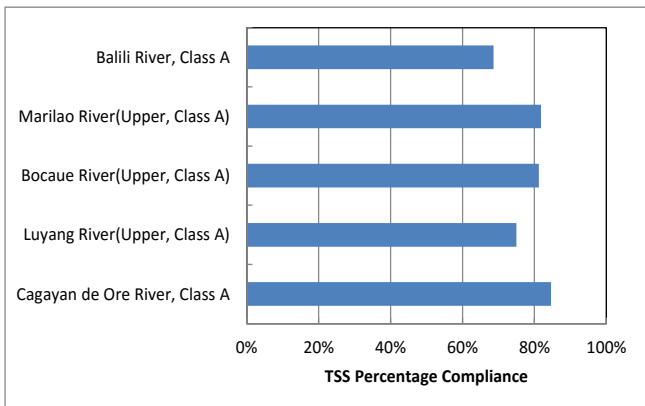
(o) 溶解銅の値

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

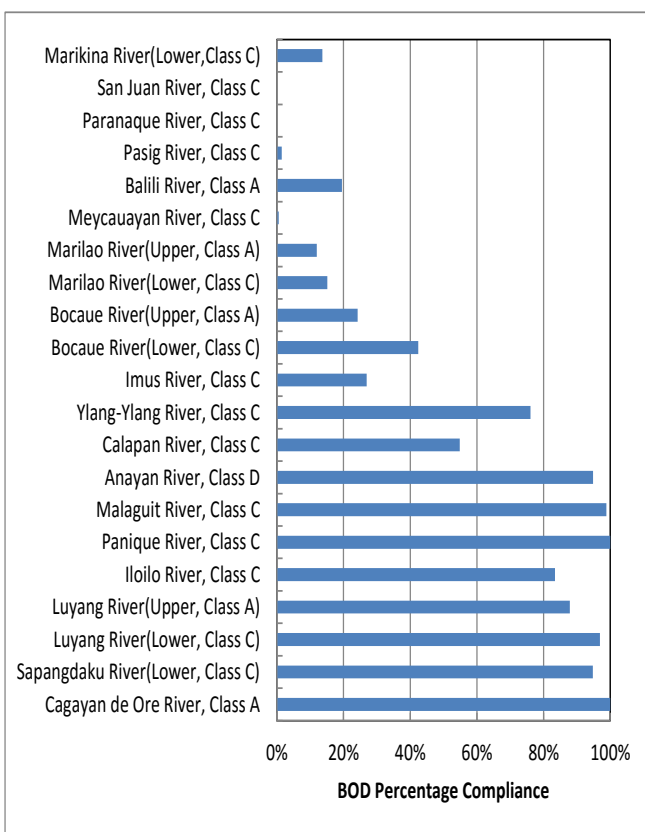
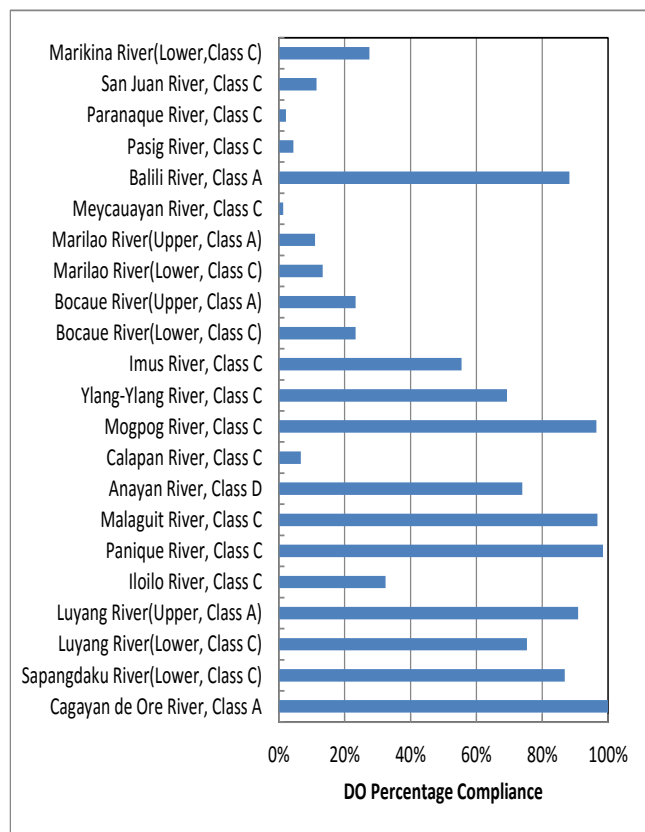
2006～2013年にかけてフィリピン全土の重要河川19箇所で水質検査を実施したデータを以下に示す。同データは、調査期間中に対象河川で採取したサンプルが水質基準に適合した回数をパーセンテージで示している。サンプルが全て水質基準を満たしたものは100%、逆に0%は全く基準を満たさなかったことを意味する。Biochemical Oxygen Demand (BOD:生物化学的酸素要求量)とDissolved Oxygen (DO:溶存酸素量)は水質中の酸素量を示す数値であり、水中に生息する生物や植物の生存可能性を示す数値である。DOは1箇所、BODは2箇所しか期間中に100%水質基準をクリアした河川はない。加えて、特にマニラ首都圏(NCR)の河川において顕著にDO、BODの適合率が低くなっており、都心部での水質汚染が深刻であると言える。リン酸塩や硝酸性窒素もマニラでの適合率が他地域と比べて低くなっていることが分かる。都市部では人口集中に伴い生活排水の流入が増加しており、今後益々の水質悪化が懸念される。

Region	Water Body	Classification
NCR	Marikina River(Lower)	C
	San Juan River	C
	Paranaque River	C
	Pasig River	C
CAR	Balili River	A
3	Meycauayan River	C
	Marilao River(Upper)	A
	Marilao River(Lower)	C
	Bocaue River(Upper)	A
	Bocaue River(Lower)	C
4A	Imus River	C
	Ylang-Ylang River	C
4B	Mogpog River	C
	Calapan River	C
5	Anayan River	D
	Malaguit River	C
	Panique River	C
6	Iloilo River	C
	Luyang River(Upper)	A
7	Luyang River(Lower)	C
	Sapangdaku River(Lower)	C
10	Cagayan de Ore River	A



重要河川 19 箇所

TSS 基準値への適合率(%)



DO 基準値への適合率(%)

BOD 基準値への適合率(%)

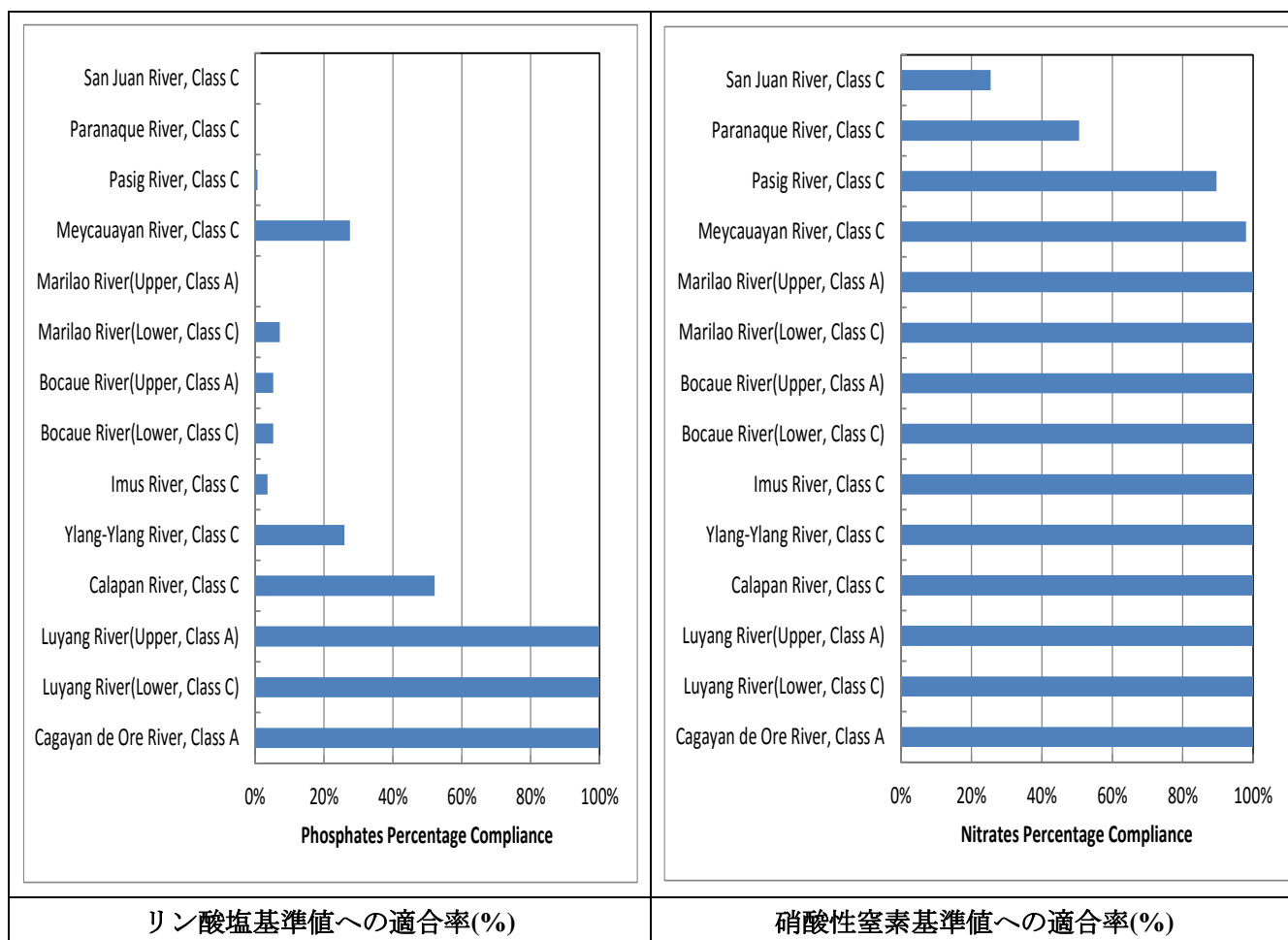


図 1-1-1 重要河川 19 箇所での水質基準への適合率²⁴

フィリピンではわずか 4%の家庭しか下水道システムに接続しておらず²⁵、その他では生活排水は河川に直接放流されており、これが水質汚染の悪化を招いている。フィリピン政府は Philippines Clean Water Act (RA9275) を制定し、水質汚染抑制に取り組む姿勢を見せているが、同法においては中央政府が地方自治体に下水処理設備の建設に向けた基金の設立（建設費の 60%を地方自治体が負担）を求めている。しかしながら、地方自治体が下水道設備を単独で建設するのは困難であり、下水道設備の整備は進んでいない。その為、水質汚染の防止には各家庭からの有機性排水を抑制する事が求められている。

1-2-3 ダバオ市における開発課題

大気汚染及び水質汚染の深刻化についてはダバオ市にとっても重要な課題となっている。ダバオ市はフィリピン国内では環境先進都市として環境問題に力を入れており、廃棄物回収制度の構築や市内における清掃活動も行っているほどである。

大気汚染について DENR Region XI が Clean Air Act に基づきダバオ市内で観測した大気汚染物質のモニタリング数値と前掲の全国大気質基準（NAAQS）指針値を比較した。ここでは TSP（総浮遊粒子状物）と PM₁₀ の数値を各々比較した。NAAQS に基づく TSP 数値は 90 $\mu\text{g}/\text{N m}^3$ となっており、2010 年にダバオ

²⁴ National Water Quality Status Report 2006-2013, DENR EMB, 2014

²⁵ Philippines Meeting Infrastructure Challenges, The International Bank for Reconstruction and Development, The World Bank, 2005

市の TSP は基準値に最も近づいたが、総じて基準を下回っている。特に、2010 年をピークに 2012 年にかけて大気汚染は改善傾向にある。

しかし、WHO ガイドラインに基づく TSP 数値は $20\mu\text{g}/\text{N m}^3$ となっており、ダバオ市の大気質は同数値を大きく上回っている。NAAQS は WHO ガイドラインと比較して大気質の基準を高く設定している為であり、世界的な基準から判断すれば、ダバオ市の大気汚染は深刻であると言える。

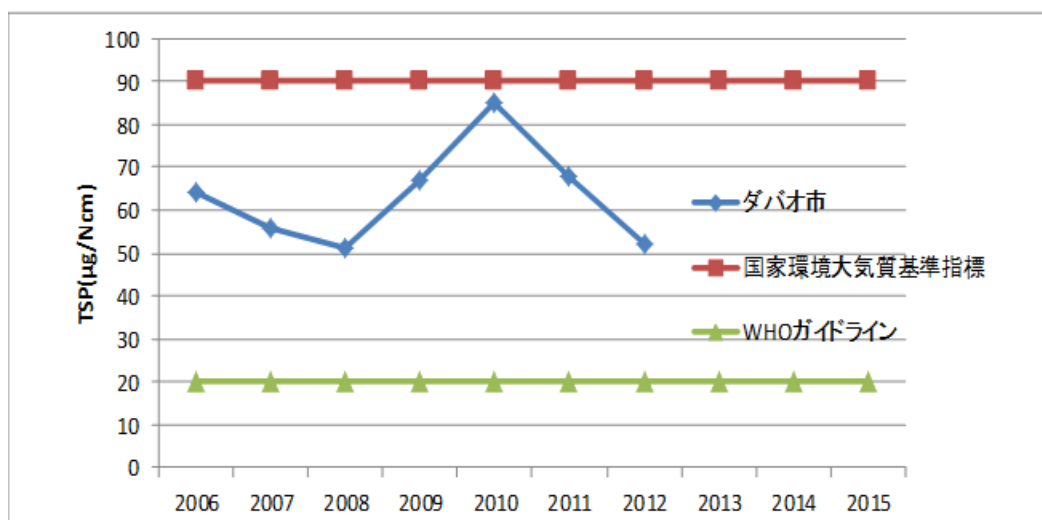


図 1-1 2 ダバオ市における TSP 推移と大気汚染基準

PM₁₀ についても同様に NAAQS 数値との比較を行った。NAAQS による PM₁₀ の基準値は $60\mu\text{g}/\text{N m}^3$ となっており、こちらの数値も 2014 年に基準値に最も近づいたが、総じて NAAQS を下回っている。更に、2015 年にかけては改善傾向にあると言える。

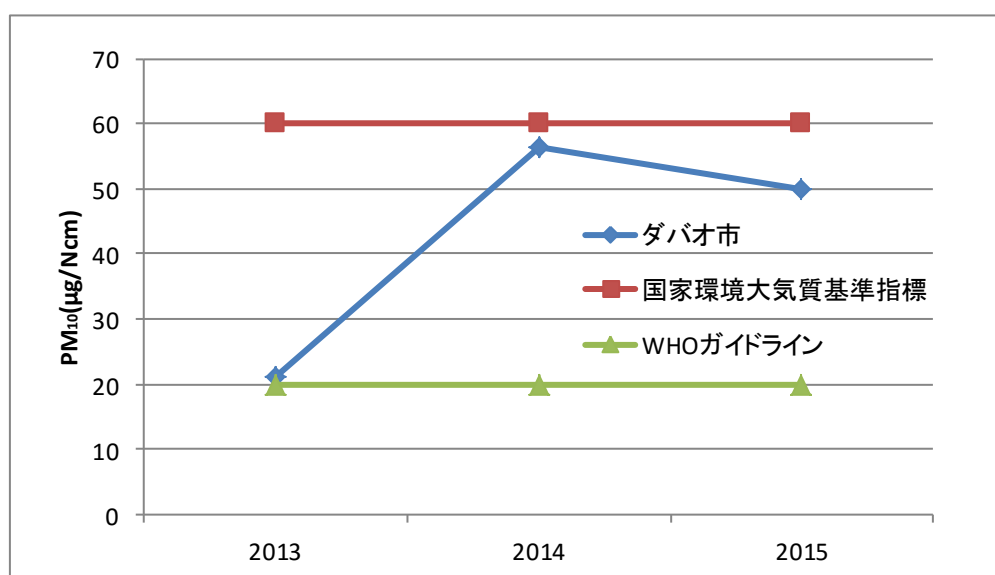


図 1-1 3 ダバオ市における PM₁₀ 推移と大気汚染基準

前述のとおり、TSP 数値同様に PM₁₀ についてもダバオの大気質は WHO ガイドライン ($20\mu\text{g}/\text{N m}^3$) を

2倍以上も上回っている。また、2001年から2007年にかけてPM₁₀が3万6千トンから5万4千トン、炭素排出は21万トンから40万トンへと約2倍増加している²⁶というデータからもダバオ市の大気汚染は深刻な状態であることが分かる。

ダバオ市における水質汚染について提案法人がダバオ市で調査を行った結果、ダバオ市として正式に廃食油の処理については定めておらず、露店や個別家庭が河川へ投棄しているとの現状を確認した。廃食油だけの影響とは限らないがダバオ市内の排水路は透明度が低く、臭気も漂っていた。

実際にDENR Region XIがダバオ市内を流れるDavao River、Matina Riverをモニタリングした数値とClean Water Actにて規定される水質基準を比較した。Davao Riverはそのモニタリング箇所によってClass AとClass Bに分かれている。

表 1-7 Davao River (Class B) におけるモニタリング数値と水質基準²⁷

Davao River (Class B)		基準値	実測値										
		Class B	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
色	PCU	(c)											
温度 (摂氏、上昇分)	°C rise	3	25	27	26	26	27	28	27	27	27	27	27
pH		6.5-8.5	7.7	8.0	7.9	7.8	7.7	7.7	7.7	8.0	8.1	8.1	8.0
溶存酸素量 (DO)	mg/L	5.0	7.4	6.7	5.5	6.5	6.3	6.3	5.7	6.6	7	6.8	7.1
BOD (5日、20°C)	mg/L	5	1.1	1.2	1.8	4.9	3.1	3.6	4.7	4.0	2.7	2.9	2.4
全浮遊物 (TSS)	mg/L	(f)											
全溶解物 (TDS)	mg/L	-											
界面活性剤 (MBAS)	mg/L	0.3(0.5)											
油分 (エーテル抽出法)	mg/L	1											
硝酸性窒素	mg/L	nr	-	-	-	-	-	-	-	0.13	0.23	< 0.20	0.30
リン酸塩	mg/L	0.2 ^(k)	-	-	-	-	-	-	-	0.16	0.36	0.47	0.22
フェノール類	mg/L	0.005											
全大腸菌	MPN/100mL	1000 ^(m)	-	-	-	-	-	-	-	4,900,000	110,000	260,000	510,000
内、糞便大腸菌群	MPN/101mL	200 ⁽ⁿ⁾	-	-	-	-	-	-	-	4,000,000	52,000	110,000	110,000
塩素 (Cl)	mg/L	-											
銅	mg/L	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.04	0.004	0.060

表 1-8 Davao River (Class A) におけるモニタリング数値と水質基準²⁷

Davao River (Class A)		基準値	実測値										
		Class A	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
色	PCU	50											
温度 (摂氏、上昇分)	°C rise	3	26	26	24	25	26	26	26	27	27	27	27
pH		6.5-8.5	8.0	8.1	8.0	8.1	8.1	8.0	8.1	8.3	8.2	8.2	7.5
溶存酸素量 (DO)	mg/L	5.0	7.8	7.9	7.8	7.8	7.7	7.7	7.6	7.6	7.3	7.4	8.0
BOD (5日、20°C)	mg/L	5	1.0	0.7	0.8	1.0	0.9	0.9	1.1	1.1	1.9	1.8	0.8
全浮遊物 (TSS)	mg/L	50											
全溶解物 (TDS)	mg/L	1000 ⁽ⁱ⁾											
界面活性剤 (MBAS)	mg/L	0.2(0.5)											
油分 (エーテル抽出法)	mg/L	1											
硝酸性窒素	mg/L	10.0	-	-	-	-	-	-	-	0.15	0.27	< 0.20	0.22
リン酸塩	mg/L	0.1 ^(k)	-	-	-	-	-	-	-	0.22	0.21	0.23	1.82
フェノール類	mg/L	0.002											
全大腸菌	MPN/100mL	1000 ^(m)	-	-	-	-	-	-	-	23,000	13,000	19,000	15,000
内、糞便大腸菌群	MPN/101mL	100 ⁽ⁿ⁾	-	-	-	-	-	-	-	11,000	8,100	8,800	4,200
塩素 (Cl)	mg/L	250											
銅	mg/L	1.0	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.02	0.004	0.081

DOは5.0mg/L以上、BODは5.0mg/L以下と定義されている。2004年から2014年の全期間を通じてDO値とBOD値は水質基準を満たしている。しかしながら、Class B水域ではBODが2007年に急激に悪化し、その後2011年まで水質悪化が継続していた。Class A水域では2012~2013年にかけて数値の悪化が見受けられる。その他、リン酸塩と全大腸菌のモニタリング値が水質基準を超過していることが判明した。

Matina Riverもモニタリング箇所によってClass BとClass Cに分かれる。DOは5mg/L以上、BODは

²⁶ フィリピン国家統計情報委員会 “Compendium of Philippine Environment Statistics 2008”

²⁷ DENR EMB Region XIからのデータを基にJICA調査団作成

5mg/L (Class B) 以下と 7mg/L (Class C) 以下で定義されている。同河川に関しては、2014 年のモニタリング数値しか存在しない為、数値の推移は読み取れないが、Davao River と同様に DO と BOD のモニタリング数値は水質基準を満たしていた。

表 1-9 Matina River (Class C) におけるモニタリング数値と水質基準²⁷

Matina River (Class C)		基準値 Class C	実測値 2014
色	PCU	(e)	
温度 (摂氏、上昇分)	°C rise	3	29
pH		6.5-8.5	7.9
溶存酸素量 (DO)	mg/L	5.0	7.7
BOD (5日、20°C)	mg/L	7(10)	1.6
全浮遊物 (TSS)	mg/L	(g)	
全溶解物 (TDS)	mg/L	-	
界面活性剤 (MBAS)	mg/L	0.5	
油分 (エーテル抽出法)	mg/L	2	
硝酸性窒素	mg/L	10.0 ^(j)	-
リン酸塩	mg/L	0.4 ^(k)	-
フェノール類	mg/L	0.02	
全大腸菌	MPN/100mL	5000 ⁽ⁿ⁾	-
内、糞便大腸菌群	MPN/101mL	-	-
塩素 (Cl)	mg/L	350	
銅	mg/L	0.05 ^(o)	-

表 1-10 Matina River (Class B) におけるモニタリング数値と水質基準²⁷

Matina River (Class B)		基準値 Class B	実測値 2014
色	PCU	(e)	
温度 (摂氏、上昇分)	°C rise	3	28
pH		6.5-8.5	8.3
溶存酸素量 (DO)	mg/L	5.0	7.8
BOD (5日、20°C)	mg/L	5	1.0
全浮遊物 (TSS)	mg/L	(f)	
全溶解物 (TDS)	mg/L	-	
界面活性剤 (MBAS)	mg/L	0.3(0.5)	
油分 (エーテル抽出法)	mg/L	1	
硝酸性窒素	mg/L	nr	-
リン酸塩	mg/L	0.2 ^(k)	-
フェノール類	mg/L	0.005	
全大腸菌	MPN/100mL	1000 ^(m)	-
内、糞便大腸菌群	MPN/101mL	200 ^(m)	-
塩素 (Cl)	mg/L	-	
銅	mg/L	-	

これらよりダバオ市の河川における水質は現時点では国の水質基準を満たしていることが判明した。しかしながら、表 1-7 で示した様に Davao River の BOD 数値が 2007 年、2010 年に急激に増加した様に、同河川の水量が急激に低下する様な事態が生じれば、今後水質汚染が深刻化する懸念もある。ダバオ市内の河川はダバオ湾に直結しており、海域での水質悪化も懸念される。その為、水質汚染対策を進めて行くことが必要である。

1-3 対象国・地域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 大気汚染防止

フィリピンの Philippine Clean Air Act (RA 8749) は、1999 年 6 月 23 日に制定され、CAA の略称で呼ばれている。車両や工場などから排出され、大気汚染の原因となるガスや煙の排出量を削減することを目的としたアジア地域の中でも厳格な規制条項を盛り込んだ法律である。但し、CAA 法は既に施行されているものの、まだ完全なものではなく、依然として車両等の移動源からの大気汚染物質の排出規制には修正が必要な箇所が残っている。こうした修正作業を行うため、専門の監督委員会が設置され、新修正案の勧告にあたっている。また、特に道路系交通手段を中心とした移動源からの汚染を対象とした規則項目には以下のものがある。

表 1-11 大気浄化法で指定される規則項目

新規車両に対する排ガス規制	沿道車両検査
使用中の車両に対する排ガス規制	燃料、混和物、材料、汚染物質
全国車両点検・整備プログラム	燃料および混合物に対する規制
オゾン層破壊物質	温室効果ガス

更に、2000年に策定されたCAA法の施行規則（Implementing Rules and Regulations）には、政府ならびに地方公共団体の制度および政策として、以下のような項目が挙げられている。

表 1-12 大気浄化法の施行規則項目

代替燃料計画	交通管理体制
公共交通車両に対する年数制限	道路拡幅および道路網の整備
中古エンジン及び中古車両の輸入に関する政策	道路公共輸送ルート of 適正化
交通需要管理（TDM）	大都市鉄道網の整備
交通計画プロセスの改善	非電動交通機関（自転車用道路および歩道）

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。実際、マニラ首都圏の地方政府とDENRが協力して行った排気ガス試験では、検査対象車両の中で排気ガス基準を満たした車両は2012年で17%、2013年で21%とともに低い水準であり、自動車からの排気ガス規制法が適切に施行されていないものと推測される。その為、ディーゼルよりも大気汚染物質の含有量が少ないBDFの普及による大気汚染改善が期待される。

1-3-2 有害廃棄物の処理

フィリピンでの一般廃棄物処理に関しては、2001年のEcological Solid Waste Management Act of 2000（RA9003）の施行により分別処理の徹底化等が地方行政に義務付けられた。また、水質汚染を引き起こす有害廃棄物等の処理に関してはToxic Substances and Hazardous and Nuclear Wastes Control Act of 1990（RA6969）が施行され、有害廃棄物の排出者に対して環境へ無害な形での処理を義務付けている。前述のとおり、廃食油はRA6969が指定する有害廃棄物に含まれる。RA6969の具体的な細則等については2013年12月に制定されたRevised Procedural Manual on Hazardous Waste Management（Revised DAO 04-36）Administrative Order 2013-22により規定されている。本マニュアルでは有害廃棄物の輸送・保管・処理に関する登録制度と登録手順等を定めている。有害廃棄物の輸送・保管・処理にあたる事業者に対してDENRからの許可取得を義務付けており、違反した場合には5万ペソ（約13万円）の罰金が科される。更に排出者に対しても許可を持たない事業者に対して有害廃棄物を引き渡した場合には5万ペソの罰金を科するという内容になっている。

本マニュアルは2014年より本格運用されているが、その内容は廃棄物処理業者及び排出者に周知されておらず、DENR Region XI事務所に確認した所、ダバオ市内において本マニュアルに基づいて許可を取得している廃食油の処理業者はいないとの事であった。

提案法人が調査した中でも、廃食油の排出者（特にレストラン）の多くが有価で処理業者に販売しているとの現状を確認したが、それら処理業者は主に個人や家族経営による業者であり、企業としての登録がなく、許可も所有していなかった。DENR Region XI事務所も独自に市内のショッピングモールを調査した結果、同モール内のレストランが許可を持っていない事業者へ廃食油を引き渡し（有価での販売）

を行っている事が判明し、ショッピングモールを運営する企業に対して改善指導を行っていた。

本マニュアルに基づく登録制度では企業としての SEC（証券取引委員会）登録が求められるだけでなく、輸送・保管方法等にも細かな基準がある為、個人経営の業者が全てに対応するのは難しいと推測される。実際、同事務所より指導されたショッピングモールに対して聞き取り調査を実施したが、許可を持った引取業者を見つけられず、自身での輸送・保管許可の申請も検討しており、対応策を模索していた。

DENR によれば、2015 年中旬より DENR がフィリピン全土を対象に廃食油の処理が同マニュアルに基づいて行われているかを調査する様に、各 Region 事務所へ指示しているとの事であった。今後、廃食油の適正処理に関して DENR が本マニュアルの厳格運用を行う可能性が高く、廃食油の処理に対して新たな対策が求められるものと見込まれる。

1-3-3 BDF 推進政策

エネルギー輸入依存脱却及び大気汚染改善の為に、ディーゼルに代わり BDF を利用する東南アジアでは初のバイオ燃料法（the Philippines Biofuel Act RA 9367）をフィリピン政府は 2006 年に施行した。同法の下では、2016 年までに全てのディーゼル燃料に 5% の BDF 混合が義務付けられており、National Biofuels Plan(NBP 2013-2030)では 2020 年に 10%、2025 年までには 20% の BDF 混合が目標とされている。しかし、エネルギー省によれば BDF の混合比率が上がるにつれ、必要な BDF は、図 1-14 のように推移していくとされ、2014 年の BDF 需要量 163 百万 l/年に対して、2016 年以降にはその倍以上の BDF 需要が見込まれている。更に、フィリピンで製造される全ての BDF がココナッツオイルを原料としており、近年急増する台風等の自然災害によりココナッツ生産自体が不安定となっており価格も高い²⁸。その為、USDA 発行の“Philippine Biofuels Situation and Outlook”によれば混合比率を上昇させた場合、周辺国から BDF を輸入せざるを得なくなる事態も懸念されている。エネルギー供給の安定化と価格安定の為に施行された BDF 政策も将来的には供給の不安定化や価格高騰などの問題が起こると予想されている。バイオ燃料法に加えて、CAA 法においても BDF の促進が謳われている。同法において混合されるバイオ燃料について無税扱い

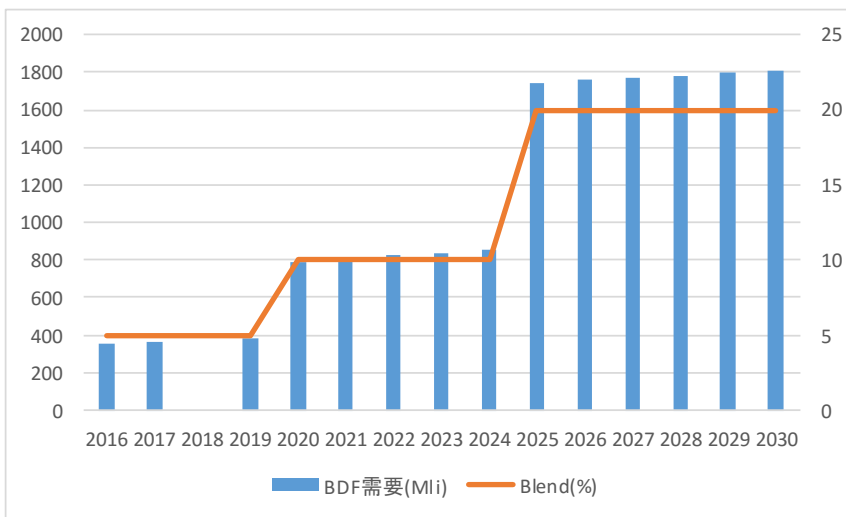


図 1-14 BDF の需要量予測 ²⁹

とし、付加価値税の対象からも外す等の優遇策を講じている。また、バイオ燃料製造の過程で発生する排水は、液体肥料又農業目的で再利用されるとの解釈により、Philippines Clean Water Act が規定する排水

²⁸ 米 Commodity Weather Group の発表によると 2013 年の台風ヨランダによりフィリピンのココナッツ生産量の 25% が失われ、30 万トンのココナッツオイルが不足し、価格は台風前より約 40% 上昇した。

²⁹ USDA Foreign Agricultural Service “Philippine Biofuels Situation and Outlook” (2013) に基づき JICA 調査団作成

賦課金の対象から外すこととされている。更に、バイオ燃料生産の為に要される初期投資については、フィリピン国籍の個人や法人が所有する投資部分の 60%を上限として政府金融機関による融資が優先的に付与される制度も施行されている。

この様に、大気汚染の改善に向けてフィリピンは BDF の利用を重要視している。現時点（混合率 2%）では、国内の BDF（ココナツオイルから精製されたもの）生産能力は国内需要を充足させているが、今後 BDF 需要が拡大するにつれ、周辺国から BDF を輸入せざるを得なくなる事態も懸念されている。大気汚染改善政策の一端を担うバイオ燃料普及には、安価で安定供給できる BDF がフィリピン全土で必要とされているが、それに対する有効な政策は導入されていない。

また、これら BDF の品質についてはフィリピン国家標準基準（PNS/DOE QS002:2007）により規定されており、一般車両向けにディーゼル燃料に混合される BDF は同基準をクリアする必要がある。一方で、廃食油から製造する BDF に関しては個人所有の車両等への販売を前提としなければ同基準への適合は必須ではないことを DOE に確認した。

1-3-4 ダバオ市における関連政策

上記の中央政府の施策に対して、ダバオ市も独自の市条例を制定している。ダバオ市は、市長、Rodrigo R. Duterte 氏の強力なリーダーシップの下、市内の環境改善に意欲的に取り組んでおり、Environmental Sustainability Programs を独自に策定し、経済発展に伴う環境悪化を食い止める対策を実施している。

当プログラムの中で、大気汚染に関しては、City Ordinance No. 0280-06“Anti-Smoke Belching Ordinance of Davao City”を制定し、市内を走行する全車両に対する排気ガステストを実施し、NAAQS 値を超過する排気ガスを排出する車両を規制している。更に、市が保有する全車両に対する排気ガステストも実施しており、基準値を満たさない車両の改良や買換えを進めている。

また、ダバオ市では廃棄物が回収されないことがあり、市内の景観を損なうだけでなく、それらは家庭等で野焼きされるか、放置された場合にはメタンガスを発生させており、大気汚染の原因ともなっていた。そこで当プログラムの中で、廃棄物処理に関して、Davao City Ecological Solid Waste Management Ordinance of 2009 を制定し、廃棄物回収制度の構築と埋立処分場の整備を進めた。

水質汚染に関しては Clean Water Act に基づいた下水道の整備も計画されているが、現時点では浄化槽の整備のみに限られている。更に、ダバオ市では排水路に不法投棄された廃棄物も水質悪化の原因となっていたが、Adopt-An-Estero/Water Body Program という DENR と地方自治体による排水路の廃棄物除去プログラムを 2011 年に実施し、成果を上げている。この様にダバオ市は水質汚染、大気汚染の防止に向けて積極的に取り組んでいる地方自治体である。

本調査においてダバオ市と協議を進める中で、同市は廃食油の投棄による水質汚染を優先的に取り組むべき課題と捉え始めた。更に、廃食油の処理状況に関する調査を進めると、廃食油を引取った事業者がそれを露店や家庭に再販している状況が確認された。廃食油の二次利用は食用油の酸化値が高まり、健康被害を引き起こす危険性がある。ダバオ市は水質汚染と健康被害を引き起こす可能性が高い廃食油の不適切処理を重大な課題と認識し、それらを取り締まる市長令（City Mayor’s Executive Order）を 2015 年 12 月末に制定した。（市長令のコピーは別添資料-1）

市長令では前述した RA6969 Administrative Order No.2013-22 に基づき、許可を持たない事業者への廃食油引き渡しを規制し、同法に違反した廃食油の排出者は市より交付された営業許可を取り消すと定めら

れている。これは RA6969 の規定よりも踏み込んだ罰則となっており、ダバオ市が廃食油の不適切処理を厳しく取り締まる姿勢が示されている。廃食油の排出者であるモールやレストラン等は年に 1 度営業許可の更新が必要となっており、同更新手続きの際に許可を持った廃食油引取り業者へ渡しているかを確認する方針である。露店については 2016 年 4 月よりダバオ市では営業許可の取得を義務付ける為、営業許可交付の際に廃食油の処理が適正に行われているかを確認する。更に、ダバオ市内で廃食油の引取り許可を持っている事業者がないことを考慮し、ダバオ市が排出者より廃食油を無償で引き取るという内容も盛り込まれている。

ダバオ市が廃食油の輸送と保管を行うには上記マニュアルに基づいた許可が必要である為、市は DENR に必要な申請書を提出し、既に輸送と保管に必要な許可を取得している。DENR も廃食油の不正確処理を取り締まる役割を担っているが、DENR にはそれを取り締まれるだけの人員が不足している為、ダバオ市が独自に制定した市長令を歓迎していた。ダバオ市の取組みをフィリピン全土の地方自治体へと広めて行きたいとの DENR コメントも得ている。

本市長令を制定した事によりダバオ市は廃食油の回収を開始するが、今後の課題として①廃食油の適正処理方法を確立する、②回収制度を維持する財源の確保、が挙げられる。BDF 精製装置を導入すれば、廃食油の適正処理が可能となり、更に市が所有するディーゼル車両に BDF を使った場合、ディーゼル購入費用の削減に繋がる為、同削減分を回収制度維持の財源に充てる事が可能となる。

1-4 対象国・地域の対象分野における ODA 事業の先行事例及び他ドナー事業の分析

フィリピンでは 2001 年に固形廃棄物管理法 (RA9003) が施行された。しかし、全国に約 1,600 ある地方自治体のうち、RA9003 で定められた衛生埋立処分場への移行を完了し、適切な運営・維持管理を行っている地方自治体は非常に限られている。そこで、JICA ではダバオを含む幾つかの都市に対して、適正な固形廃棄物管理システム導入を目的とした技術協力が為された³⁰。この ODA 案件では、市職員の能力育成、ごみの分別の推進のみならず、有価物回収ならびに有効利用を通じた最終処分量の減量が促進された。

BDF に関連したプロジェクトでは、2013 年にアメリカの USAID によって行われたプロジェクトがある。同プロジェクトでは、廃食油から製造した BDF をディーゼルと混合した場合の車両エンジンのパフォーマンスを測定することを目的としていた。プロジェクト内では、エネルギー省 (Department of Energy)、科学技術省 (Department of Technology and Industry) といった政府関係機関に加えて、フィリピン国内で最大規模のファーストフードチェーンである Jollibee Foods Company 等の現地企業が協力した。しかし、フィリピン国内の基準を満たす BDF が製造できず、失敗が多く続いた。同プロジェクトでは、未だに基準を満たす BDF を廃食油より製造できておらず、廃食油から製造した BDF 普及には至らなかった。

1-5 対象国・地域のビジネス環境の分析

日本は投資分野でも主要国の一つで、2011 年の日本からの 海外直接投資 (認可ベース) は、前年比 32.6%増の約 783 億ペソに達し、過去最高額となった (図 1-15)。これは、輸出志向の製造業による大型の新規投資が相次いだ結果である。これらは、製造拠点の中国一極集中リスクの回避、中国での賃金上昇激化に伴う製造コスト急騰や尖閣諸島問題等による対日感情悪化リスク、他の ASEAN 諸国における

³⁰ JICA 「フィリピン国 地方都市における適正固形廃棄物管理プロジェクト終了時評価報告書」

労働者不足、又、2011年に起きたタイの洪水被害によるサプライチェーンの混乱を教訓として、製造拠点を分散させたい日本企業の動きによる。

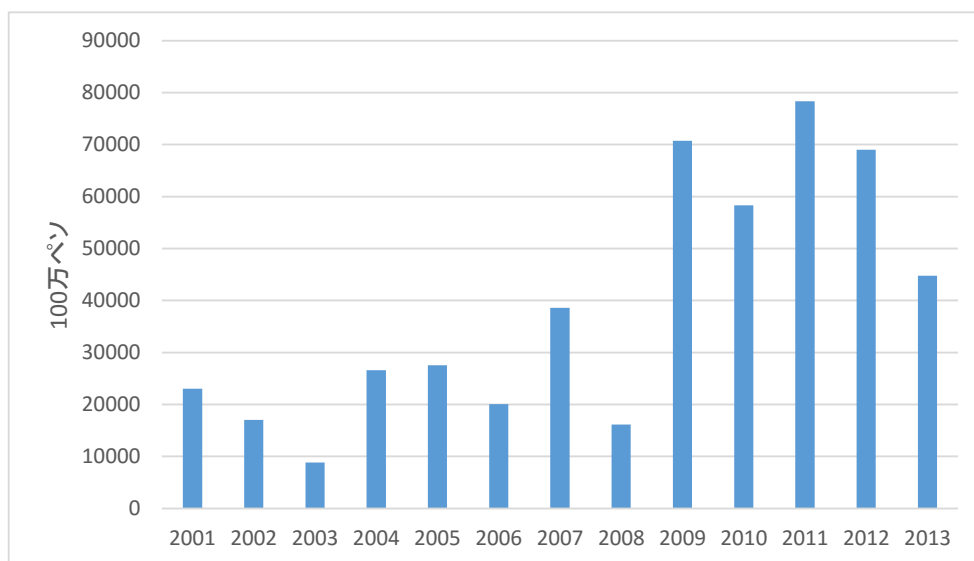


図 1-15 日本の対フィリピン直接投資額の推移

フィリピンでは上記の様に海外直接投資を促進しているものの、外資系企業に対する規制やビジネス障壁も存在する。フィリピンでは一部小売業を含めた約 28 分野で外資の参入が全く、もしくは出資制限が課されており、当案件は本制限分野に含まれる。更に、現地法人の設立に必要な最低資本金が 5,000 ペソ (12,850 円)³¹に対して、外資企業は 20 万米ドル(2,400 万円)とされている。また、土地所有は、①フィリピン国籍を有する個人、②フィリピン現地法人 (フィリピン国籍を有する個人若しくはフィリピン法人が 60%以上の資本を所有しているフィリピン法に基づいて設立された法人) に制限されている。外資企業が土地を使用する場合には現地企業との間で長期リース契約を締結する事が必要である。それら外資への制限を避ける為に現地法人を設立する場合、同法人の資本の 60%以上をフィリピン国籍者が保有する必要があり、議決権を外資企業が取る事が出来ない。この様に、フィリピンでビジネスを行う際には進出分野と事業形態に応じて、法人形態を慎重に選択する必要がある。

本調査を実際にビジネスベースで行う場合には、後述する 3 つのビジネスモデル毎に設立形態は異なる。自社でプラントを建設し BDF を製造・販売する場合と BDF の委託製造を請け負う場合、事業形態は国内向け事業に該当する為、提案法人が 40%未満を出資する現地法人を設立することが可能である。払込資本金を 10 万米ドル (約 1,200 万円) 以上とすれば 40%以上の出資も可能³²であるが、資本金負担が大きい為、現時点では出資比率が 40%未満の現地法人の設立を検討している。

³¹ フィリピン国外への輸出を前提とした現地法人の場合 (JETRO 海外ビジネス情報 フィリピン「外資に関する規制」)

³² 企業が先端技術を有する場合、払込資本金が通常 20 万米ドルであるのが 10 万米ドルへと軽減される。その為、廃食油からの BDF 製造が「先端技術」と見なされれば 10 万米ドルが払込資本金となる。(JETRO 海外ビジネス情報 フィリピン「外資に関する規制」)

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 提案企業の特長

本調査を実施したのは、バイオマス・ジャパン株式会社と株式会社篠崎運送倉庫の2社の共同企業体である。提案企業は、バイオディーゼル製造装置の研究開発、製造販売を行っている。深刻化する環境問題、エネルギー問題、地球温暖化問題を解決する一翼を担い、エネルギーの地産地消の推進、持続的循環型社会の構築を推進し、人間と社会と自然の有機的な関係を大切にしたい社会を目指すという理念を掲げて、2007年に創業した。2015年8月時点で日本国内向けに150機、海外向けに2機の装置を導入した実績を有する。日本におけるBDFの普及は、政府の補助金政策の後押しを受けて2000年から始まったが、提案法人が事業を開始したのは2007年からである。後発メーカーではあるが、後述する独自の技術開発と継続的な製品改良を行い、順調に市場シェアを獲得してきた。特に、機器の信頼性を重視する地方行政や大学といった公共団体からの受注数が多く、製品の技術力の高さを表している。

共同実施者である篠崎運送倉庫は、埼玉県内に6か所の倉庫を保有する物流サービス事業者である。1969年創業の同社は2012年よりBDF製造装置を導入し、所有するトラック及びフォークリフトの燃料としてBDFを使用している。BDFの原料となる廃食油は本社所在地の埼玉県鴻巣市や近隣市から回収を行っている。また、同社が配送を担当しているカルビー株式会社下妻工場から出る廃食油を回収し、BDFを製造、そして配送車の燃料として使用しており、廃食油の回収からBDFの車両利用までの一貫したシステムを運用している。同社は、全体で毎日200ℓ以上のBDFを製造しており、これだけ大量のBDF製造し、それを商業的且つ定期的に使用している企業は日本国内では数少ない³³。

2-1-2 提案製品・技術の特長

バイオディーゼル(BDF)とは、主に菜種油やひまわり(主にヨーロッパ)、大豆油(主にアメリカ)、パーム油(主に東南アジア)、ココナッツやジャトロファといった植物由来の油や動物性油でもアルカリ触媒及びメタノールと反応させてメチルエステル化等の化学処理をして製造される燃料で、ディーゼル(軽油)代替燃料として世界的に広く利用されている。本調査では、その中でも廃食油からのBDF製造をターゲットとしている。BDFは既存のディーゼルエンジンを有する車両、船舶、農耕機具、発電機等に使用可能である。日本ではBDFを100%で使う場合と、5%の濃度でディーゼルと混合して使用する場がある。これは技術的にはどの混合比率でも車両に使用することは出来るが、日本ではディーゼルとの混合比率は「揮発油等の品質の確保等に関する法律(以下、品確法)」により5%以下と定められているからである。更に、BDFをディーゼルと混合する際には、事業者登録と品質確認が義務付けられている。BDFを製造する事業者はその品質が規格(表2-1)に合致していることを自ら又は分析機関に委託して確認することも義務付けられている。この様にBDF使用においては各種の規制が存在する為、BDF装置を製造・販売する会社には品質の安定化と簡易的に品質を検査できる技術の開発が求められている。

³³ 国立研究開発法人 新エネルギー・産業技術総合開発機構「バイオマスエネルギー導入ガイドブック」(2015/9)より提案法人調べ



図 2-1 BDF のライフサイクルイメージ

表 2-1 BDF の品質規格表

性状	単位	基準
脂肪酸メチルエステル含有	質量分立%	96.5 以上
密度 (15℃)	g/cm ³	0.860 以上 0.900 以下
粘度 (40℃)	mm ² /S	3.5 以上 5.00 以下
流動点	℃	受渡当事者間合意
目詰点	℃	受渡当事者間合意
引火点	℃	120 以上
硫黄分	質量分率%	0.0010 以下
10%残油の残留炭素分	質量分率%	0.30 以下
セタン価	—	51.0 以上
硫酸灰分	質量分率%	0.02 以下
水分	mg/kg	500 以下
固形不純物	mg/kg	24 以下
銅板腐食 (50℃、3h)		1 以下
酸化安定度		受渡当事者間合意
酸価	mgKOH/g	0.50 以下
よう素価		120 以下
リノレン酸メチル	質量分率%	12.0 以下
メタノール	質量分率%	0.20 以下
モノグリライド	質量分率%	0.80 以下
ジグリライド	質量分率%	0.20 以下
トリグリライド	質量分率%	0.20 以下
遊離グリセリン	質量分率%	0.02 以下
全グリセリン	質量分率%	0.25 以下
金属(Na+K)	mg/kg	5.0 以下
金属 (Ca+Mg)	mg/kg	5.0 以下
リン	mg/kg	10.0 以下

提案法人の主力製品である「MAX プレミアムプラント」は、製造工程において排水を出さない乾式技術を採用しているという点に加えて、品質安定化技術と BDF の効率的な製造方式（連続バッチ式）が最大の強みである。これらの技術は、同志社大学と崇城大学との産学連携を通じた研究開発と多数の販売実績に基づいた技術開発により生み出されたものであり、他社製品と比較しても、生産効率性において高い競争優位性を有している。

廃食油から BDF を製造する工程は、①アルカリ触媒とメタノールによる化学反応、②グリセリンとアルカリの除去、③濾過（もしくは蒸留）による高濃度化、の大きめに 3 つに分けられる。以下に詳細な BDF 製造フローを示す。他社製品でも BDF を製造するフローに大差はないが、提案製品「MAX プレミアムプラント」には以下 3 つの技術的特長がある。

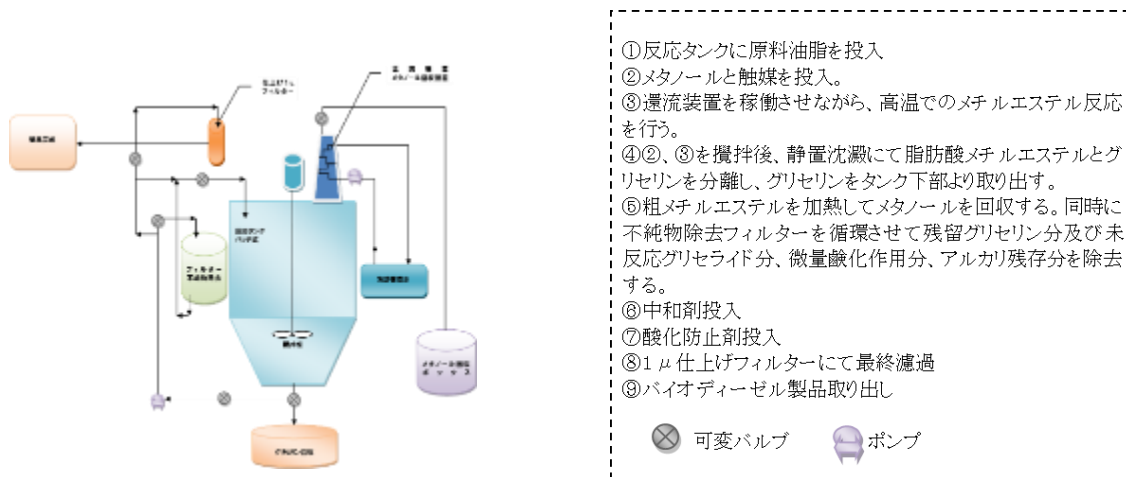


図 2-2 BDF 製造工程のフロー

- ①反応タンクに原料油脂を投入
 - ②メタノールと触媒を投入
 - ③還流装置を稼働させながら、高温でのメチルエステル反応を行う。
 - ④②、③を攪拌後、静置沈殿にて脂肪酸メチルエステルとグリセリンを分離し、グリセリンをタンク下部より取り出す。
 - ⑤粗メチルエステルを加熱してメタノールを回収する。同時に不純物除去フィルターを循環させて残留グリセリン分及び未反応グリセライド分、微量鹸化作用分、アルカリ残存分を除去する。
 - ⑥中和剤投入
 - ⑦酸化防止剤投入
 - ⑧1 μ 仕上げフィルターにて最終濾過
 - ⑨バイオディーゼル製品取り出し
- ⊗ 可変バルブ P ポンプ



バイオディーゼル燃料製造装置
MAXプレミアム mini/100L/200L/400L

- ①メタノール回収（約20%）
製造原価を約4円/リットル低減
気化による大気汚染と人的汚染防止
- ②触媒を選ばない
既存アルカリ触媒でも新触媒でも対応（他社製品にはありません）
- ③ドライ処理と洗浄処理デ1アル対応
水洗い処理でもフライ処理でも対応（他社製品にはありません）
- ④本体モーターは安心増防仕様
- ⑤強化ガラス覗き窓を標準設置
反応状況が確認可能
- ⑥初心者でも簡単操作
- ⑦オプションタンクを設置するだけで連続バッチ式の製造プラントへ

図 2-3 提案製品「MAX プレミアムプラント」

(1) 製造工程において排水を出さない乾式技術

BDF 製造工程には、未反応物質等の不純物除去の際に、大量の水を入れ洗い流す「湿式」という手法

と、不純物の除去に水洗いを必要としない「乾式」という手法がある。湿式は大量のアルカリ廃液を排出する。提案法人の製品はイオン交換樹脂や酸性白土、木質チップ、ゼオライト等をフィルターとして使用する乾式と呼ばれる製造手法を採用しているため廃水は発生しない。木質チップは使用した後はBDF精製過程で排出されるグリセリンと混合して肥料として使用するか、ボイラー等の燃料として使用することが出来るため、廃棄物は発生しない。また、その他の材料であっても一般廃棄と同様に処理可能である。結果、水質汚染の心配がなく、排水処理技術が未発達である途上国において導入ハードルが低い製品であると言える。

(2) 連続処理（連続バッチ式）による BDF の量産化

従来の BDF 製造装置では、一つの処理槽のみしか有さないバッチ式と呼ばれるものが大半である。一方で、提案企業は工程毎に複数の処理槽を設けた連続バッチ式を開発した。これにより、処理を同時並行で進められるだけでなく、廃食油貯蔵タンクを設置すれば、自動的に装置へ原料が供給され、人を介さずに 24 時間稼働が可能となり、大量の BDF を連続的に製造する事を可能にしている。なお、一番小さいプラントで処理槽と不純物除去装置を各々 1 つずつ組み合わせることにより、一日 10 時間あたりで 1,000L の処理を行うのが最も効率的となる。

(3) 保管技術と簡易検査技術による BDF の品質安定化

前述のとおり、BDF は厳格な品質管理が求められる。しかしながら、製造する BDF の品質は原料である廃食油の状態（特に、酸化値）により左右されてしまい、毎回異なる精製手順を実施しなくてはならない可能性もある。その為、廃食油の状態を常に均一に保つことで BDF 精製工程を画一化することが重要となる。共同事業体は廃食油の状態を均一にする保管ノウハウを有している。回収された廃食油は不純物除去フィルターを通して貯蔵タンクに移し替え、直ぐには使用せずに 2~3 カ月間保管する。保管している間にフィルターで除去しきれなかった不純物が沈殿し、純度の高い廃食油から精製工程に回せる。保管の際には酸化を進める直射日光を避け、空気にも触れさせない様に密閉タンクを使用している。精製工程に進む際には酸化値チェッカー（AV チェッカー）という試験紙を用いて精製する廃食油の酸化値を計測し、計測値に基づいて投入する反応薬の量を示すマニュアルも作成している。これにより、オペレーターにも依存しない BDF 精製を行っている。

それに加えて、提案法人では BDF の品質を簡易的に検査できる品質測定キットを開発した。このキットは規格への合致を 10 分で検査することが可能である。それにより品質が不均一な廃食油からでも、常に規格に合致した高品質な BDF を安定的に製造することを可能とした。品質測定キットは BDF 精製装置の必需品ではない。しかし、BDF の検査技術が普及していない調査対象地域においては本調査の実施期間中は同キットを用いて一定品質の BDF が製造出来るかをモニタリングする事を検討している。

表 2-2 検査キットとその使用方法

 <p>検査キット</p>	 <p>(検査方法) 1. 注射器に BDF を 3ml 採取</p>	 <p>2. BDF を試薬入りの小瓶に入れて、数秒振ります。</p>
 <p>3. その後 10 分間置きます。</p>	 <p>4. 沈殿物が見られなければ脂肪酸メチルエステルが基準値以上と判断出来ます。</p>	 <p>5. 沈殿物があれば、基準値以下のメチルエステル率と判断出来ます。</p>

提案する普及・実証事業において導入を検討している BDF 精製装置のスペックと価格（初期費用、運用費用）は以下のとおりである。

表 2-3 MAX プレミアムプラントのスペック

項目	スペック
処理能力	合計：1,000L（10～12 時間） （内訳：250L（4～6 時間）処理の精製装置×2 回転×2 機）
設置面積	全体：5m（W）× 5m（D） （精製装置 1 つあたり：1,590（W）× 935（D）× 1,905（H）mm ）
電圧、相数	AC200V、3 相
電気容量	40kW
周波数	50Hz/60Hz
質量	精製装置 1 つあたり：380kg、吊輪 4 個付き

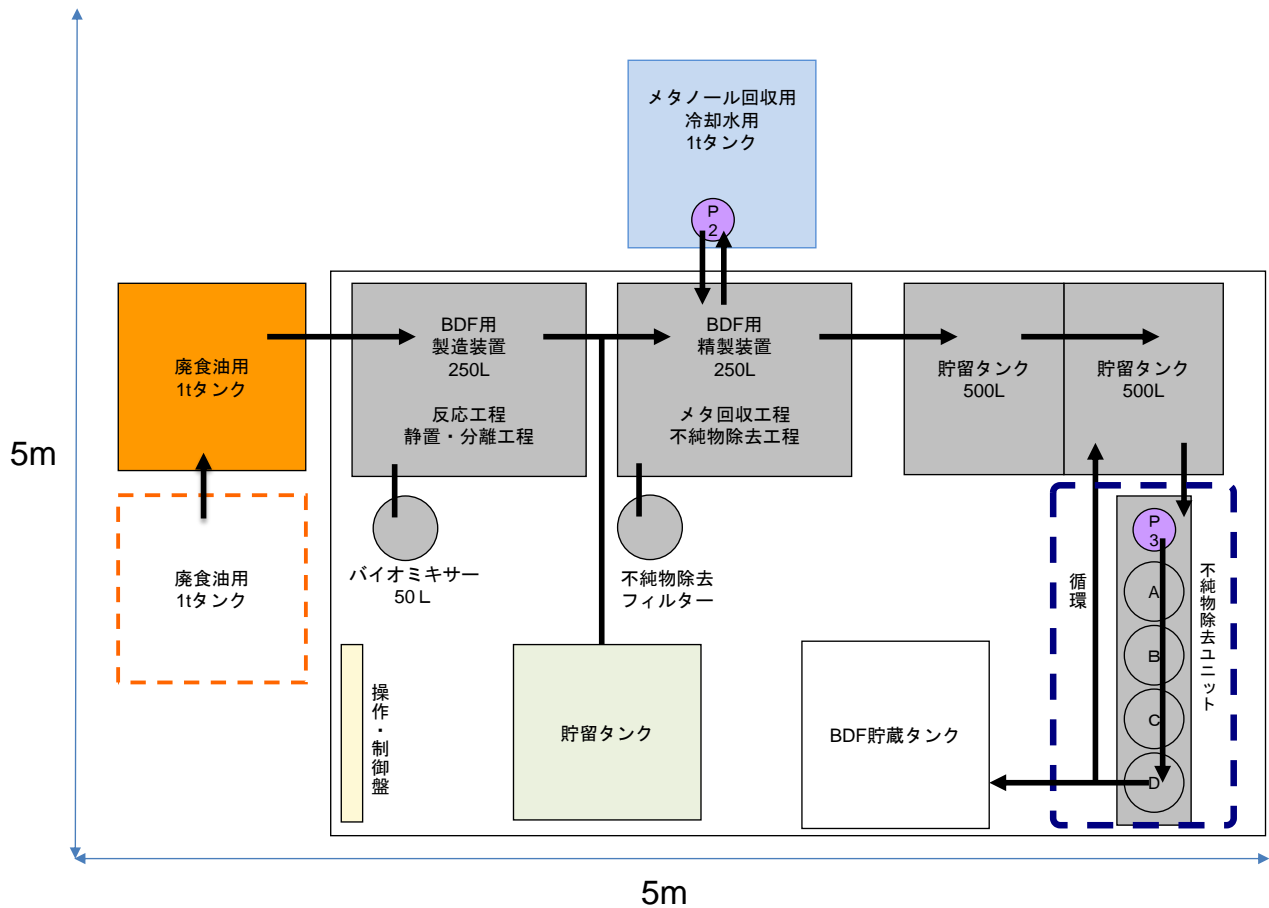


図 2-4 普及・実証事業での MAX プレミアムプラントの配置図

表 2-4 MAX プレミアムプラントの想定費用

費用項目	価格 (千円)
初期費用 (処理能力 1,000ℓ/日)	30,000
製品本体価格	25,000
付属品 (タンク等)	2,000
輸送費	1,000
据付費用	2,000
運用費用 (年間 360,000ℓ 製造した場合)	9,396
メタノール	5,364
触媒 (苛性カリ)	2,124
中和剤	360
不純物除去フィルター (活性白土)	684
不純物除去フィルター (イオン交換樹脂)	504
酸化防止剤	360

2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

2-2-1 バイオマス・ジャパン

廃食油からの BDF 製造は、ディーゼルに対するコスト優位性から日本国内では急速に普及してきた。しかしながら、元々日本では食用油の年間消費量（約 237 万トン）に対して、廃食用油の発生が年間約 45 万トンと非常に少ない上に、半数が飼料用油脂に活用されている為、未活用の廃食油は年間約 20 万トン程度しか存在していない。そのため、BDF 製造装置が普及するにつれて原料となる廃食油買取り価格が上昇し、軽油・ガソリンに対するコスト優位性が薄れている。そこで、製品の販路拡大の為に廃食用油が未活用な途上国への進出を行うに至った。

BDF 製造装置の国内市場は頭打ちであり、軽油やガソリン価格の高騰等の外的要因が働かない限り、販売が急激に回復する見込みは薄い。その為、提案企業は現在海外展開を新たな事業の柱に据える計画であり、中期経営計画の中では、2018 年までに海外売上高を 1 億円（売上の約 5%）まで増やす事を目標として掲げている。今回の調査対象国であるフィリピンを初めとするアジアの各国では、食用油を用いた食生活が一般的であり、廃食油は豊富に存在する。その中でも BDF 普及政策に積極的なフィリピンからまずは海外進出を開始した。

アジアへの拡大戦略の一環として、大気汚染が深刻な中国も有望なマーケットと考えており、BDF 製造装置のテスト機を既に出荷した実績がある。調査開始以降、インドネシアからも BDF 製造装置に対する引き合いが入っており、東南アジアの他国でも製品へのニーズは急拡大する事が見込まれる。

2-2-2 篠崎運送倉庫

篠崎運送倉庫は、運輸業を本業としている。東南アジアは、ようやく陸上交通インフラの発達が進み、今後益々国内の陸上輸送に対する需要が高まると考えている。更に、外資企業が有する運輸効率化手法の導入ニーズも高い。事前調査の結果、フィリピンの運送業界は小規模事業者がひしめき合っており、現時点では大規模に運送業を行っている企業は少数である。しかしながら、経済成長に伴い旺盛な国内需要が掘り起こされ、国内物流網に対するニーズは急激に増加すると想定している。特に、本事業で対象とするダバオ市を含むミンダナオ島は、フィリピン内でも最大の陸上面積を有している為陸上輸送に対するニーズは非常に高い。同社は本事業を足掛かりとして、ミンダナオ島に直接進出する予定である。本調査を通じて面談したミンダナオ日本人商工会議所の中尾会頭より日系の運送事業者が有する運輸技術がフィリピンで求められている事を確認した。

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

2-3-1 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

提案企業は東京都に本社を置く企業であるが、提案法人の BDF 製造装置は、岡山県瀬戸内市の自社工場や、兵庫県加東市木梨と千葉県船橋市の下請け企業にて生産している。いずれも、所謂町工場規模であり、提案法人からの発注がその売上高の多くを占める。既に、BDF 製造装置だけでも 150 台をこれら町工場で製造しており、これら工場の経営を支えていると言っても過言でもない。「エネルギーの地産地消」を標榜する提案法人としては、今後事業を拡大していく中でも地域密着型/地元還元型の本方針を変

更することは想定していない。エネルギーのみならず利益も地域還元していきたい。

また、提案企業は東京都市大学（東京都）及び崇城大学（熊本県）と産学連携の提携を結んでおり、様々な原料や手法による BDF 製造と BDF 品質の安定化を目指した研究開発を実施している。提案法人の持つ豊富な販売実績に基づくビジネスの視点で研究開発を行うことで、大学の研究開発基礎力並びに市場化を見据えた研究開発能力の向上に貢献している。

更に、提案法人の BDF 製造装置は日本国内で豊富な導入実績を有する。排水処理が不要な提案法人の装置は、山口県岩国市役所や熊本県あさぎり町役場等の自治体のごみ収集車・道路清掃用の公用車、大阪産業大学（大阪府）や神奈川工科大学（神奈川県）等の教育機関の通学バスの燃料となる BDF の精製として利用される事で、各地域での低炭素社会の推進やその普及啓もう活動に貢献している。その業績が認められて「九州バイオマス発見活用協議会」等の地方自治体主催の委員会やイベント等で講演を行う機会も多い。

2-3-2 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

既述のとおり、提案企業は地域に根差した中小企業と協働して製造販売を行っている。提案法人にとって初の本海外事業が成功すれば、国内需要以上の受注が入ることが予想される。提案法人のビジネスと共にある町工場の数が飛躍的に多くなる可能性も高い。

また、提案法人の顧客に多い国内地方自治体にも波及効果があると考えられる。篠崎運送倉庫は、現在埼玉県を中心に廃食油の回収し、生成した BDF を地域に供給する事業を行っている。同様の事業をフィリピンで行うことにより、同地方自治体の取組みが、世界的に認知されることになる。日本の地方自治体による廃油回収・再資源化システムの輸出が促進され、地方自治体にとってはそれがグローバル化を促す契機にもなる。

連携する大学にとっても、同じく海外事業の成功はグローバル化の契機になると考える。特に本調査では、BDF 精製技術の研究をしている東京都市大学の高津准教授が参画し、BDF 精製方法及び品質基準への適合に関する実験を実施した。これにより同大学がフィリピンで重要な課題となっている BDF 普及と廃食油回収の解決に貢献することが可能となった。産学連携については、提案企業は今後も力を入れていく意向である。

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・技術の紹介（本邦受入活動）

本邦受入活動では、提案法人の BDF 精製装置「MAX プレミアムプラント」をダバオ市に導入し、廃食油の回収から BDF 精製までの一貫したシステム構築を行う上で必要な検証活動を実施した。

まず、BDF そのものに対するダバオ市の理解を深める必要があった。廃食油より精製した BDF はフィリピンでは一般的ではない為、BDF の精製方法及び BDF 精製装置の機能に対する知識は全く有していない。また、廃食油より製造した BDF への安全面や走行能力に関する懸念も示された。この様に製品・技術に対する理解が不足しており、BDF を活用した ODA 案件を検討する為には C/P 機関であるダバオ市の理解を深める必要があった。その為、実際に提案法人の製品を使用し、廃食油より BDF を精製している篠崎運送倉庫と共同で BDF 装置の紹介とダバオ市における運用における検証を行った。

更に、廃食油の回収についてはダバオ市が主体となり回収することになった為、日本の地方自治体の取組み事例の視察を行い、現地で適応可能な回収制度の検討を促した。

(1) 本邦受入活動の概要（目標、活動項目等）

目 標

BDF 及び廃食油回収システムに関する日本の取組みへの理解促進

項 目

- ① BDF の精製方法、BDF 精製装置の仕組みへの理解促進
- ② BDF を使用した車両の走行試験による安全面、大気汚染改善効果の理解促進
- ③ 日本の廃食油回収の実態視察により現地で適応可能な廃食油回収制度の検討
- ④ 日本での BDF 利活用事例の紹介によるダバオ市での BDF 利用方法の検討

参加者

氏名(Mr./Ms.)	所属	役職
Mr. Tristan Dwight Domingo	City Government of Davao	Assistant City Administrator
Ms. Elisa Pellano Madrazo	City Environment and Natural Resource Office	Officer-in-Charge
Ms. Chona Canonio Arocha	City Engineers Office	Civil Engineer

カリキュラム、日程表

日付	活動内容	目的	活動場所
9月27日	来日	-	-
9月28日	研修内容の説明、調査課題の協議	研修目標の提示	バイオマス・ジャパン

9月29日	廃棄物処理施設見学	日本の廃棄物処理の現状視察	サニタリーセンター
	BDF製造工程、走行車両の見学	BDF製造工程、走行車両の視察	篠崎運送倉庫
	廃食油回収場所の見学	日本の回収制度の視察	鴻巣市民センター
9月30日	JICA表敬訪問	プロジェクト関係者への挨拶	JICA本部
	外務省表敬訪問	プロジェクト関係者への挨拶	外務省
10月1日	豊島清掃工場見学	廃棄物処理の現状視察	豊島清掃工場
	豊島区環境清掃部訪問	廃棄物処理行政の意見交換	豊島区役所
10月2日	内部会議	第三回現地調査に向けた事前協議	マイクライメイトジャパン
	一般財団法人 日本有機資源協会による講義	地方自治体の廃食油回収、BDF利活用の取組みを紹介	マイクライメイトジャパン
10月3日	帰国	-	-

(2) 本邦受入活動の結果・課題（目標の達成状況、成果等）

受入活動を通じて、当初設定した目標を十分に達成出来たと判断する。活動2日目において廃食油の回収からBDF生成、車両への使用という一貫したシステムを運営する共同実施者である篠崎運送倉庫を視察し、BDF使用を開始した経緯や生産を行う上での課題について活発な議論が行われた。この機会を通じて、本調査をダバオ市へ導入した場合、BDFの一貫した生産システムの具体的なイメージを参加者と共有することが出来た。

また、活動最終日に一般財団法人 日本有機資源協会より日本の各地方自治体における具体的な廃食油回収制度、更にはBDFの活用事例を紹介したことで、ダバオ市に製品を導入した場合に実現可能な廃食油回収モデルを検討する機会をダバオ市研修参加者に提供することが出来た。

3-1-2 製品の導入に向けた検証

提案製品の導入に向けて最も検証すべき点は、現地で回収可能な廃食油量と買取り価格である。ダバオ市では、本調査開始前には廃食油の回収システムは元より、市内においてどれ程の廃食油が投棄されているのか、実態調査も行われていなかった。更に、BDFの精製価格に影響を与える廃食油の回収費用も調査開始時点では不明であった。日本ではBDFや石鹼等への再利用を目的として有価で廃食油が売買されているが、対象地域においてはその様な売買があるのか、その場合の価格について情報が得られていなかった。よって、提案製品を導入する為に、廃食油の回収可能量とその買取り費用の把握が最大の

検証事項となった。提案企業は、ダバオ市内にある食品加工工場、チェーンレストラン、ショッピングモール、食品系露店、一般家庭からの廃食油量とそれを販売している場合にはその価格を調査した。

(1) 食品加工工場

フィリピンの製造業に占める食品産業の割合は最大である（図 3-1）。油を使った食生活が一般的なフィリピンでは、食品加工の工程で食用油を大量に使用していると予測された。工場は生産計画を有している為、計画通りに廃食油が調達可能となる。BDF 製造を考えると有力な原料調達先の候補である。ダバオ市近郊にある食品加工工場の一つを訪問し、廃食油量や処理状況につき聴取した。同工場は、フィリピンで一般的な豚皮を油で揚げた“Pork Chicharon”というスナック菓子（図 3-2）を製造する Porky Best Product 社が所有している。同社は、豚を丸ごと購入してきて肉はハム、皮は揚げ物、骨はすり身にして

製造業内訳	項目	生産高	割合	対GDP比
	食品加工	762,779	43.3%	8.4%
	化学製品	162,195	9.2%	1.8%
	燃料製品	117,889	6.7%	1.3%
	飲料	74,320	4.2%	0.8%
	衣料	57,669	3.3%	0.6%
	織物工業	38,320	2.2%	0.4%
	印刷	16,560	0.9%	0.2%
	木材加工	11,489	0.7%	0.1%
	紙	11,258	0.6%	0.1%
	靴、革製品	6,138	0.3%	0.1%
	タバコ	4,819	0.3%	0.1%
	その他	496,642	28.2%	5.5%

図 3-1 製造業の GDP 額内訳表

販売しているとの事であった。同社代表取締役より聴取した所によると、植物油（パームオイル）を約 360ℓ と動物油を約 2,500ℓ、毎週購入しており、約 2,200 ℓ 程度の廃食油が発生するとの事であった。

しかし、現時点では発生する廃食油は、重油と混ぜて全て自社工場内のボイラーで燃焼させており、回収できる廃食油がない事が判明した。廃食油は可燃性が高く、重油と混焼させる活用方法は日本国内でも見られる。

同社の担当者によると、現在使用しているボイラーは黒煙が大量に発生して、従業員の労働環境を悪化させている。更に、設置してから年数が経過しており、燃焼効率も悪い。その為、既存のボイラーを LNG ガス等のボイラーへ置き換える事を検討していた。LNG ガスへ置き換えた場合は、廃食油と混焼できない為、廃食油の有効活用先を見つけないとの事であった。

(2) チェーンレストラン

提案法人が Davao City Business Bureau にて営業登録を調べたところ、2013 年時点のデータにおいて市街地には大小含めて 587 店舗の飲食店がある事が判明した。その中でも、最大数の 20 店舗を保有しているのが Jollibee である。同社は、フィリピン発祥のファーストフード・レストランであり、国内に 700 店舗以上を展開している。メニューは揚げ物が中心であり、店舗内で大量の食用油を使用している事が分かっている。ダバオ市内にある同レストランの店舗を訪問し、廃食油量及び処理状況につき聴取した。20 店舗の内聴取できたのは 5 店舗であったが、全ての店舗において廃食油は 2015 年 8 月調査時には引取業者へと販売されていた。引取業者は、家畜の飼料や石鹼の原料といった再利用を目的としていた。廃食油を飼料や石鹼とする再利用方法は日本でも一般的であり、対象地域においてもそれら製品の生産者からの廃食油に対するニーズがあり、売買されている事が判明した。各店舗からの廃食油量と販売価格を表 3-1 に示す。

表 3-1 ダバオ市内の Jollibee 店舗での廃食油量と販売価格

レストラン名	廃食油 (週)	販売先	販売価格(L)
Jollibee (Gaisano Mall)	80 L	引取業者へ販売 (家畜飼料)	15 ペソ
Jollibee (SM Lanang)	80 L	引取業者へ販売 (家畜飼料)	15 ペソ
Jollibee (Abreeza Mall)	68 L	引取業者へ販売 (家畜飼料)	15 ペソ
Jollibee (SM Ecoland)	119 L	引取業者へ販売 (石鹼の原料)	17.6 ペソ
Jollibee (NCCC Mall)	34 L	引取業者へ販売 (食品加工へ再利用)	17.6 ペソ

(3) ショッピングモール

ダバオ市内には 6 つのショッピングモールがある。同モール内には 1 店舗あたりの規模は小さいが多数のレストランが存在しており、廃食油量及び価格の調査を行った。同市内のショッピングモール、Victoria Plaza Mall (レストラン数 15 店舗)、Gaisano Mall (同 28)、SM Lanang (同 28)、Abreeza Mall (同 32)、SM Ecoland (同 25)、NCCC Mall (同 16) 合わせて、全 144 店舗への調査結果を以下に纏める。図 3-4 にてモール内の各店舗での廃食油量 (L/週) を纏めた。毎週 10L 程度の廃食油を排出している店舗が最も多く、50L 以上を排出している店舗も複数存在した。全 144 店舗の廃食油合計は 4,687L/週であった。

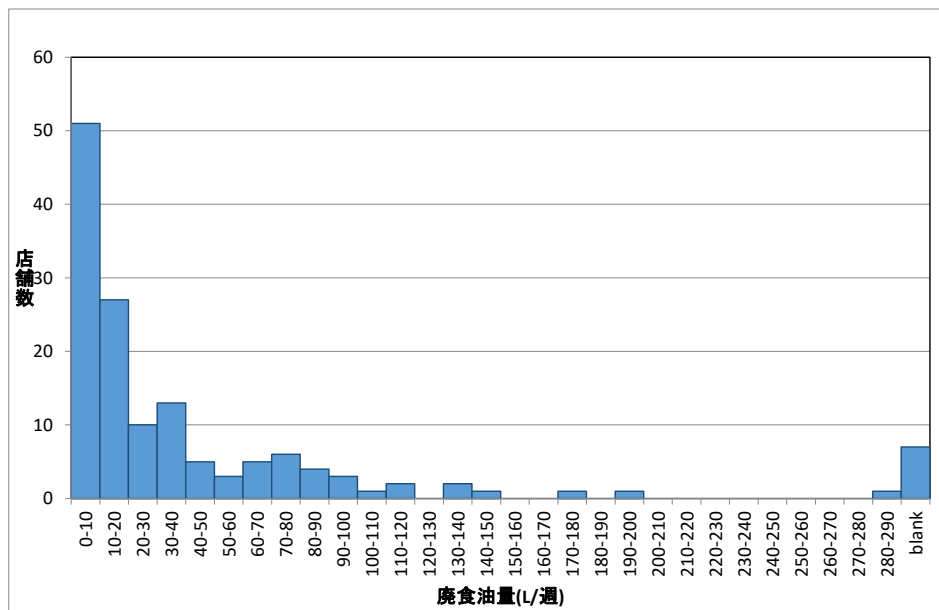


図 3-2 各店舗における廃食油量 (L/週)

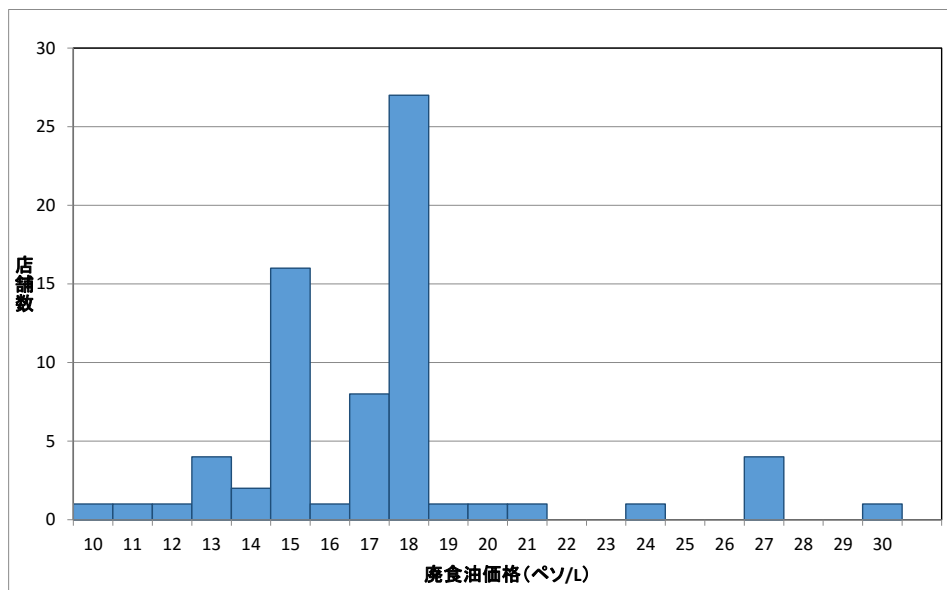


図 3-3 各店舗での廃食油の販売価格

販売有無も同時に調査した所、69 店舗が第三者へ販売、50 店舗が食用油の販売先へ返却するという結果となり、廃棄しているのは 22 店舗であった。廃棄している店舗は廃食油量が 1~5L/週と比較的小規模な排出者であった。更に、販売価格を調査した所、18 ペソ/L という回答が最も多かった。モールは店舗が密集している為、店舗を回っての回収が比較的容易である為、廃食油の回収業者が進出しているものと推測される。

(4) 食品系露店

ダバオ市内にある食品系露店（道路沿いにて移動式で食品を販売する店舗）の内、118 店舗に対して調査を行った。販売している食品により廃食油量は異なっていたが、118 店舗の廃食油量を合計すると約 1,204L/週という結果を得た。平均すると 1 店舗あたり約 10.15L/週の廃食油が発生している。廃食油の販売有無を確認した所、引取り業者へ販売はしておらず、下水や河川に流している（廃棄）との回答を得た。下水や河川に投棄する理由としては、それ以外に処理方法がないという事であった。また、廃食油を瓶詰めにして家庭へ販売している店舗が 1 つだけ存在した。販売価格は 1 瓶が 15 ペソであった。

食品系露店に関しては、市内にある店舗数の正確な数値はダバオ市も把握していなかったが、1,000 店舗以上は市内に存在すると推測される。1 店舗あたりの規模は少量であるが、市内全域を対象とすれば、約 10,150L/週の廃食油ポテンシャルがあり、その内の約 300 店舗（調査を実施した市内の主要な露店街にある総露店数）から約 3,045L/週の廃食油が回収可能であると見込んでいる。

(5) 一般家庭

市内 5 つのバラングイの各々 30 家庭へ廃食油量を調査した。各家庭により廃食油量は異なっているが、平均して約 0.25L/週の廃食油が発生しているとの結果を得た。処理方法は全家庭において下水もしくは河川に流している（廃棄）か、家の前の道路に投棄しているとの回答であった。理由としては食品系露店と同様にそれ以外に廃棄する方法がないという事であった。ダバオ市には 118 のバラングイがあり、家

庭数合計は 319,220 戸である為、79,805L/週の廃食油ポテンシャルがあり、その内の少なくとも約 4%（実際に廃食油回収を実施したバランガイ Matina Crossing での参加率）の家庭（12,768 戸）から、3,192L/週が回収可能と見込んでいる。

(6) 調査結果の分析（廃食油量、販売価格）

調査により判明した食用油の廃棄までの流れと各フローでの取引価格を纏めた（図 3-6）。食品加工工場やチェーンレストランでは既に廃食油の再利用先が確立されていた。そこでは、廃食油をボイラーの燃料として自家消費するか、家畜の飼料や食用油としてレストランで再利用されていた。再販売価格は 15～17.6 ペソ/L であった。

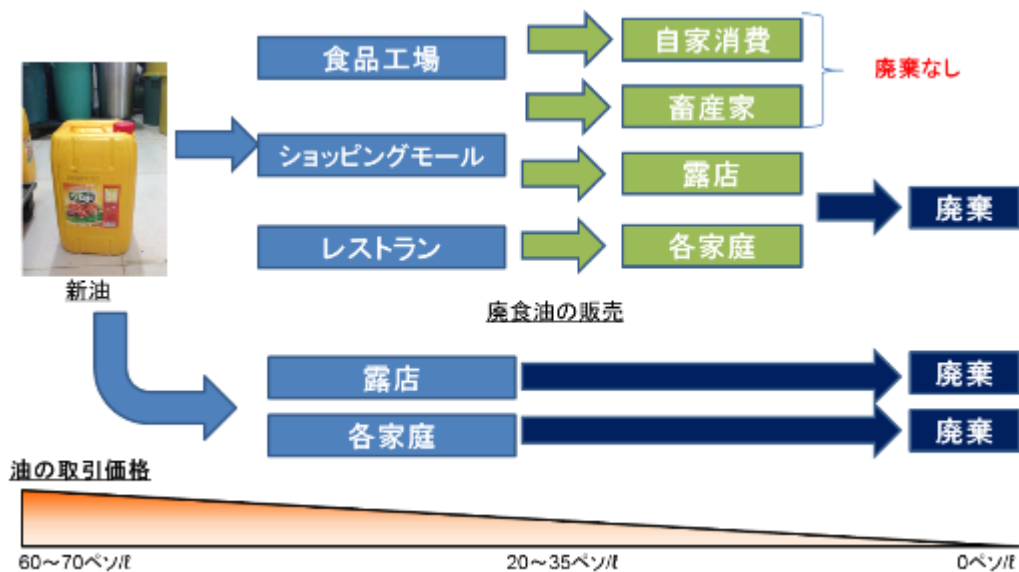


図 3-4 廃食油の取引フローと取引価格

しかしながら、第 1 章 3 項で示したとおりショッピングモールやレストランは DENR より輸送・保管・処理の許可を持たない業者に廃食油を販売することが違法となる。現在購入している全ての業者が無許可である為、ショッピングやレストランは廃食油の販売が出来なくなる。それに代わり、前述の市長令に則りダバオ市がそれら廃食油を無償で回収する。市長令施行後の廃食油の処理フローを図 3-7 に示す。

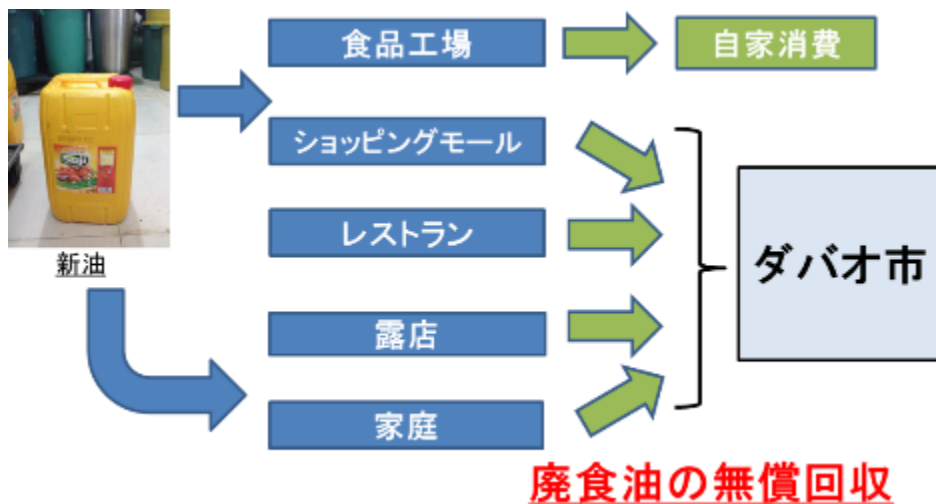


図 3-5 市長令施行後の廃食油フロー

自家消費を行っている食品工場を除いた各排出源からの廃食油量を総合すると、表 3-2 のとおり、ダバオ市内では約 3 万 L/週の廃食油回収が見込める。MAX プレミアムプラントの基本精製能力が 1,000L/日 (7,000L/週) である事から、BDF の原料となる廃食油は製品を活用するのに十分継続的に確保出来るものである。回収価格も無償であれば、ディーゼル燃料よりも安価で BDF を製造出来る (次項で詳細を記載) 為、提案法人が製造する製品の活用可能性は高いと結論付けられる。

表 3-2 ダバオ市内での廃食油回収可能量

排出先	母数	1 箇所あたりの 平均回収量(L/週)	回収量(L/週)
ショッピングモール	6(箇所)	-	4,687
レストラン	587(店舗)	34 ³⁴	19,958
露店	300(店舗)	10.15	3,045
家庭	12,768(戸)	0.25	3,192
		合計	30,882

3-2 製品・技術の現地適合性検証

3-2-1 製品の現地適合性検証 (経済性)

廃食油から精製した BDF を現地に適合させるにはディーゼル価格よりも安価に提供できる事が必須要件となる。製品の適合性を検証する為には、BDF 精製コストを試算する必要がある。

導入する機器の精製能力を 1,000ℓ/日、精製に必要な薬剤代を日本と同価格で、人件費と電気、水道代を現地価格とした場合、BDF 精製コストは、表 3-3 のとおりとなった。廃食油の回収にかかる費用とし

³⁴ レストランでは提供する食品と収用人数により廃食油量にばらつきがある為、1 店舗あたりの回収量は調査した中で最も少なかった 34L/週として、保守的に算出している。

て、回収に必要な人件費・輸送費（燃料費：40L/週³⁵×45.65 ペソ/L÷5,000L/週（BDF 精製量）と想定）を試算した上で、BDF を 1L 精製するのにかかるコストをペソ表記³⁶で示している。

廃食油の回収から BDF の使用まで全行程のコストを考慮すると、現時点で BDF 精製コストは 14.87 ペソ/L となった。これは、ダバオで販売されているディーゼル燃料が約 25.70～28.70 ペソ/L である為、価格差は 10.83～13.83 ペソ/L となる。よって、ディーゼル燃料よりも安価に供給出来るという条件を十分に満たしている。

表 3-3 BDF 精製コスト試算(1,000L/日)

大項目	中項目	コスト(ペソ/ℓ)
	人件費	0.63
	輸送費	0.37
BDF精製	減価償却	3.04
	メタノール	5.44
	触媒(苛性カリ)	2.15
	中和剤	0.37
	不純物除去剤A	0.69
	不純物除去剤B	0.51
	酸化防止剤	0.37
	人件費	0.32
	電気水道代	0.62
	販売	BDF輸送費
	BDF製造コスト	14.87

表 3-4 試算表に用いた各種数値³⁷

コスト項目	試算価格	出典
人件費(製造業)	317ペソ/日	ダバオ市投資ガイド
電気代	6.64ペソ/kWh	ダバオ市投資ガイド
水道代	15.88ペソ/m ³	ダバオ市投資ガイド
ガソリン代	45.65ペソ/l	ダバオ市投資ガイド

3-2-2 製品の現地適合性検証（品質・性能）

フィリピンにおいて BDF の原料となる廃食油は日本と同様にパームやココナッツを原料とする植物性油を使用している。油は大きく分けて植物由来の油（植物性油）と動物のラード（脂肪）から抽出される動物性油の 2 つに分けられる。動物性油は常温では固体の状態であり、液体となる温度（融点）は植物性油よりも高い。植物性油にも融点が存在するが、その温度は動物性油と比較して低い。日本の冬場では植物性油が固化し、加熱しないと BDF 製造装置へ入れることが出来ず、製造した BDF も低温下では固化する現象が発生する。その為、フィリピンで入手可能な廃食油の固化温度について実験を行った。

また、調理等に用いられた廃食油は揚げ物カス等の不純物を含んでいる。特に、フィリピンでは同じ油を何度も調理に使うと言われており、家庭等から廃棄される際には不純物が多く混ざった状態であることが想定された。また、小規模レストランや食品系露店でも同じ油を 1 日中使い続けているとの回答を得た。露店から出る廃食油の中には黒く濁っているものも散見された。廃食油が変色する原因としては、①不純物の混合、②油の酸化がある。不純物は BDF 製造装置が故障する原因ともなり得るが、廃食油に混じった不純物は容易に分離が可能である。一定期間廃食油を保管しておくとならぬと沈殿してく

³⁵ 廃食油回収先であるショッピングモール、レストラン、露店、バランガイ（13 箇所）は図 4-8 のとおり市内中心部にあり、廃食油の集積場所(MA-A Motorpool)からはどれも 10km 圏内にある。その為、各所を回るには 40L/週の燃料が必要と見込んでいる。

³⁶ 1 ペソ=0.365 円（2015 年 9 月）

³⁷ ダバオ市投資促進センター(Davao City Investment Promotion Center) ダバオ市投資ガイド

る。日本でも回収した廃食油は約2~3ヶ月ほど保管期間を設けて、自然に不純物が分離されるのを待つ。

廃食油はその酸化値を下げるにより BDF へ転換される。その為、廃食油の酸化値は重要な指標である。酸化値が高い場合でも投入するメタノール量を変えることで対応は可能である。提案法人が開発した独自の検査キットにより酸化値を容易に測定する事ができ、1回の処理で基準を満たさない場合はメタノールと化学反応させるプロセスをもう一度実施する事で対応出来る。

第一回調査において小規模レストランから廃食油のサンプルを調達し、日本において BDF 製造試験を実施した。主に、(1)温度変化による固形物発生挙動、(2)BDF 合成操作を試験項目として、東京都市大学工学部エネルギー化学科 高津准教授の研究室で試験を行った。

(1) 温度変化による固形物発生挙動

常温(25℃:エアコンで一定管理)と15℃(冷水中に1日放置)の環境下において固形物発生挙動を目視観察した。常温でサンプルの廃食油が大部分固化(図3-8の左側)したのに対して、BDFに固形物は全く発生しなかった(同右側)。15℃でもBDFに固形物は全く発生しなかった。最終的に8℃の冷蔵庫

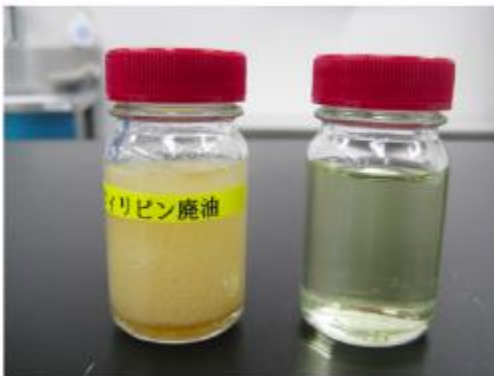


図 3-6 固形物発生挙動試験

で保管したが、少量の固形物が発生する程度であった。この事から年間平均気温が26~27℃であるフィリピンにおいては原料、BDF共に固形化する可能性は低く、BDFが製造できる環境であると結論付けられる。むしろ、冬場に原料となる廃食油を加熱する必要がある日本よりも年間平均気温が高位で安定しているフィリピンの方がBDFを製造するには望ましい環境と考えられる。

(2) BDF 合成操作

サンプルの廃食油150mlに対して、30mlのメタノール(1.5gのKOH溶解)でアルカリ触媒エステル交換反応を行わせた。サンプルの廃食油の酸化値は1.0mg-KOH/gであった。反応は温度60℃、0.5時間という日本の廃食油からBDFを作るのとほぼ同じ条件にて試験を実施した。反応後の液体に関して、脂肪酸メチルエステル(FAME)と酸化、粘度(kinematic viscosity)の値を各々測定し、EU域内のBDF品質基準(EN14214)に基づきBDFとしての品質基準を満たすかを確認した。EUの基準値を使用したのは、前述したフィリピン国家標準基準(PNS/DOE QS002:2007)におけるココナツ油から製造したBDFの品質基準がEN14214に基づいている為である。

各値を測定した結果、粘度以外の基準には合致していた。粘度に関してはEU規格で規定されている測定温度(313ケルビン(K))よりも実験時の温度が低かった(298ケルビン(K))ことが原因として考えられる。313ケルビン(K)の環境下で測定を行えば、粘度もEU規格を満たすものと考えており、現地で採取した廃食油のサンプルからBDFの製造に成功したと判断した。各検査項目における日本の規格基準もEU規格と同じである為、日本の規格と比較しても基準を満たすと言える。

表 3-5 サンプル BDF と EU 規格との比較

-	FAME[%(m/m)]	酸化値[mg-KOH/g]	粘度[mm ² /s]
サンプル BDF	97.6	0.1	7.1
EU 規格(EN14214)	> 96.5	< 0.5	3.5~5.0
基準への適合	○	○	×

この試験により製品がフィリピンにおいて十分適合する事が確認できた。尚、普及・実証事業においては、測定する項目数をフィリピン国家標準基準に定められた 23 項目へと対象を広げ、完全に同基準に合致するかを測定し、現地関係者に対して廃食油から製造した BDF の安全性を訴求していく。今回の試験では各検査項目の中でも BDF 品質を大きく左右する主要項目を取り上げており、他 20 項目への適合も問題ないものと考えている。

3-3 製品・技術のニーズの確認

本調査を通じて、ダバオ市が製品への強いニーズを有している事が確認出来た。何よりも BDF 精製を念頭に置いた廃食油の不適切処理を禁止し、市内の全排出者より廃食油を回収することを規定した市長令を制定したことが、ダバオ市の製品へのニーズを最も表している。前述のとおり、ダバオ市内で回収される廃食油量のポテンシャルは約 11 万 L/週あり、これを適切に処理する手段がなければ、ダバオ市は大量の廃食油を保管せざるを得なくなる。その為、BDF 精製装置を導入し、廃食油の処理を進めたいとの強い意向が示された。

BDF の使用先についても 2016 年より廃棄物回収車(Compactor Trucks)を新たに 10 台導入予定であり、同車両へ使用するとの意向を確認した。ダバオ市の計画によれば同車両は収集先と埋立地を毎日 3 往復し、100L/日のディーゼル燃料を使用する。その為、BDF を 100% で使用する場合には、1,000L の BDF を毎日製造する必要があるが、廃食油量の回収ポテンシャルを鑑みれば、1,000L/日の製造を継続的に満たすだけの廃食油が確保可能である。

更に、BDF がディーゼル燃料より 13 ペソ/L 安く提供可能である為、13 ペソ/L×1,000L/日×365 日 = 4,745,000 ペソ (約 1200 万円) だけの燃料費を年間で削減することが出来る。削減できた財源については廃棄物処理や市の清掃活動に充てる計画である為、事業実施による環境改善効果以上の波及効果にもダバオ市は期待していた。

今後の課題として、露店や一般家庭等の小口排出者を包括した廃食油回収制度の構築が重要になる。前項の廃食油処理状況の調査により、露店や一般家庭が食用油の最終消費者で且つ最大の排出者であることが判明している。それら小口排出源からの投棄が水質汚染を引き起こしている主な原因である。ダバオ市としても市長令を制定した意義はこれら小口排出者を廃食油回収制度に組み込むことであり、それら排出源からの回収なしには環境改善が実現出来ない事を認識している。本調査において、ダバオ市が 2015 年 11 月~2016 年 1 月に市内の 13 箇所のバランガイとダバオ市政府職員を対象に試験的に家庭からの廃食油回収を試みた。各バランガイが独自に回収方法を定めた為、その手法は異なった。いくつかの代表的な回収方法と回収結果を以下表に纏める。

対象地域/者	回収方法	回収結果
Matina Crossing	バラングイ職員(2名)が週に1回、20Lのポリタンク(×5個)をバイクに乗せて、各家庭やバラングイ内の小規模な露店を回る。ポリタンクはバラングイの集会場で保管する。	70L/週
Sasa	バラングイの各地域代表者が地域内の家庭より廃食油をペットボトルや瓶で集め、週に1度バラングイ集会所へ持参。集会場に設けられた回収用の20Lポリタンク(×4個)へ入れる。	27L/週
Mintal	バラングイの主婦層により構成された婦人会を組織し、各人が周辺家庭より廃食油をペットボトルや瓶で引き取り、週に1度バラングイ集会所へ持参。回収用の20Lポリタンクへ入れる。	10L/週
Hizon	集会所、廃棄物収集所等に回収用の20Lポリタンクを設置、家庭が廃食油をペットボトルや瓶に詰めて、近隣の設置場所へ持参。ポリタンクはバラングイの職員が週に1度、各設置場所より車両で回収して、集会場で保管する。	10L/週
ダバオ市職員	ダバオ市庁舎に廃食油回収用の20Lポリタンク(×4個)を設置し、市職員が自身の家庭や周辺家庭より廃食油を集め、ペットボトルや瓶に詰めて職場に持参。回収用のポリタンクへ入れる。	40L/週
食品系露店 (Roxas Street)	露店が集中するStreet毎に回収タンクを設置して、各露店が2日に1回程度溜まった廃食油を回収タンクへと運ぶ。回収タンクは露店近郊のバラングイ集会所等に設置している。	30L/週

	
<p>Matina Crossing の廃食油保管場所</p>	<p>Sasa の廃食油保管場所</p>
	
<p>Mintal での廃食油回収</p>	<p>Hizon の廃食油保管場所</p>
	
<p>ダバオ市職員による廃食油回収</p>	<p>MA-A Motor Pool の廃食油保管所</p>

図 3-7 各対象地域/者での廃食油回収の様子

バランガイと市庁舎で回収された廃食油は CENRO の回収車がポリタンクごと、週に 1 度（木曜日）に引き取り、廃食油の最終集積所（MA-A Motor Pool）に移送した。

市の呼びかけにより当初は家庭も廃食油回収に協力的であったが、実際には上記 4 バランガイと市庁舎での廃食油 157L/週が継続的に集まることが判明した為、調査終業後はこれら地域を対象を絞った小規模な形で継続をしていくこととなった。継続的に対象バランガイを拡大していく為には情報伝達と教育、そして罰則規定の様な複数の施策が有効であり、これらを実行するには時間を要する。その為、ダバオ市はまず事業者から安定的に回収した廃食油により BDF 精製事業を始め、その成果を持って市民へ広く呼び掛けていく方針であることを確認した。

3-4 製品・技術と開発課題との整合性及び有効性

本調査において、水質汚染の原因の一つである廃食油が露店や一般家庭等の小口排出者より主に排出されていることが判明した。食用油は BOD 濃度が約 150 万 mg/L と非常に高く、BOD を基準値の 5mg/L へと濃度を下げる為には、食用油の 5,000 倍の水³⁸を必要とするほど水質を悪化させる。仮に露店と一般家庭から調査した推計値 (89,955L/週) の廃食油が投棄されていた場合、その濃度を下げる為には約 4.5 億 L/週、年間では 1.6 億トンもの水が必要となる。Davao River (Class B) の BOD 値は 2014 年時点で 2.4mg/L であり、基準値を下回っているが、今後異常気象による渇水で川の水量が下がった場合に著しく BOD 値が悪化する可能性もある。よって、小口排出者まで廃食油回収を広げ、水質汚染の原因物質となる廃食油の流入を未然に防止する事が求められている。

また、廃食油が排水管に流れると管に付着し、固形化する事象が日本を含めた各国で報告されている。日本でも下水道局が家庭等に対して廃食油を下水へ流さない様に広く呼び掛けている。ロンドンの下水道では 2013 年に 15 トンもの廃食油の塊が見つかり、下水道機能を著しく低下させていた³⁹。ダバオ市では降雨時に排水管から雨水が溢れ、道路が冠水する事象が多数発生しており、廃食油が固化したものが一部で排水管の機能に影響している可能性も指摘されている⁴⁰。ダバオ市では道路冠水を防ぐ為に排水管の更新を進めており、小口排出者からの廃食油投棄を防止する事で、排水管の機能低下を抑止出来る。

その為には、まず廃食油の有効活用手段としての BDF 精製事業を確立する事が重要となる。ダバオ市の方針のとおり、事業者より安定的に廃食油を回収し、BDF 精製事業を継続させていくことで、広く住民へ市の取組みを普及させ、廃食油の回収制度を小口排出者まで広げていくことが出来る。

また、大気汚染に関しても BDF により大幅に改善が可能である。大気汚染の原因は主にディーゼル車両より排出される PM 物質であるが、BDF はディーゼル燃料の排ガスと比較して PM の含有量が 47% 少ない⁴¹。また、PM 物質を二次生成する SOx の排出量もディーゼルと比較して 99.1% 少ない。ダバオ市の PM 値は 2014 年時点で 57.46µg/Nm³ となっており、大気汚染基準 (60µg/Nm³) を僅かに下回っているが、WHO 基準 (20µg/Nm³) を大幅に上回っている。

ダバオ市で回収可能な廃食油を全て BDF に転換した場合、約 10 万 L/週 (廃食油から BDF への転換率 90%) の BDF が得られる。仮に全量を大気汚染物質の主要排出源と見なされているジープニーに B100

³⁸ 独立行政法人 国民生活センター, 2003 年

³⁹ ロンドン下水道局から 15 トンの廃油の塊を除去、AFP 通信、2013/8
<http://www.afpbb.com/articles/-/2960521?pid=11142540>

⁴⁰ Davao City Engineer's Office Planning & Design Division より聴取

⁴¹ A Comprehensive Analysis of Biodiesel Impacts on Exhaust Emissions, US Environmental Protection Agency, 2002

で使用した場合、約 480 台（10 万 L/週÷7 日÷30L/台⁴²）に使用可能であり、これはダバオ市のジープニー台数の約 1 割にあたる。表 1-5 より PM 物質の排出に占めるジープニーの割合は約 48%となっており、その内 10%のジープニーで PM 物質の排出が 47%低下した場合には、ダバオ市内の PM 濃度を約 2.2%（48%×10%×47%）、1.2μg/Nm³ 低下させる可能性がある。その為、ディーゼル燃料を BDF に切り替えた場合、大気汚染の改善効果が見込める。

⁴² LTFRB より聴取したジープニーの 1 日の平均ディーゼル燃料使用量

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、ダバオ市では露店や一般家庭等の小口排出者による廃油の投棄が原因で水質・大気汚染が悪化しており、廃食油の適正処理が求められているものの、現時点ではそれらから廃食油を回収する制度が構築出来ていないことが明らかとなった。

これらを解決するために、ODA 案件として、「中小企業支援調査事業～普及・実証事業～」にて BDF 製造装置の導入による廃食油回収と BDF による廃食油の利活用システムの構築による環境改善を提案する。

また、事業終了後は同装置をダバオ市側に供与し、引き続き廃食油回収制度を維持する事に加えて、製造した BDF を市の廃棄物回収車へと使用する事を提案している。これにより、廃食油の投棄と排気ガスによる環境への影響（河川汚染、大気汚染）を低減するだけでなく、自家製造した BDF により購入するディーゼル燃料代を削減し、市の財政支出を抑制できる為、ダバオ市側も本 ODA 案件の受入には前向きな姿勢を示している。ダバオ市の Rodrigo Duterte 市長へも本事業の紹介したところ、ODA 案件実現の為に必要な協力を調査団に提供するとその全面的な支援を約束されている。



図 4-1 ダバオ市長への ODA 案件紹介



図 4-2 Barangay 住民への説明

4-2 具体的な協力計画及び開発効果

4-2-1 ODA 案件の目的、成果、活動 (PDM)

目的：廃食油の投棄による水質悪化とディーゼル排気ガスによる大気汚染の軽減に向け、①提案製品の導入による廃食油回収とその利活用システム構築の有用性及び事業性を実証するとともに、②BDF を用いた車両の走行試験を通じて、現地において車両への BDF 使用の普及を図る。

成果	活動	実施者	指標
成果1 BDF 精製装置	1-1 BDF 精製装置及びその付属品の	団員	導入装置により精製さ

<p>の導入及びジープニーを含むディーゼル車両(ジープニー30台+廃棄物回収車10台の計40台)での走行試験でBDFの有効性が実証される。</p>	<p>導入、導入装置によるBDFの精製及びその品質検査を実施する。</p>		<p>れたBDFが品質検査(日本規格、EU規格)に100%適合する。</p>
	<p>1-2 ジープニーを含むディーゼル車両の使用者向けにBDF使用時の注意点、メンテナンス方法のトレーニングを実施する。</p>	<p>団員</p>	<p>トレーニングへの参加者35人。</p>
	<p>1-3 車両性能試験を実施する。(車両の馬力、加速、燃費)</p>	<p>団員</p>	<p>車両の馬力、加速、燃費共にディーゼル燃料を下回らない。</p>
	<p>1-4 排気ガス測定試験を実施する。(排気ガスに含まれる大気汚染物質の検査)</p>	<p>団員</p>	<p>CO₂:75%減、CO:40%減、PM:50%減少する。</p>
	<p>1-5 不具合の発生頻度をモニタリングする。(3ヶ月の走行試験期間中の不具合原因の分析)</p>	<p>団員</p>	<p>モニタリングを行った上で不具合原因を特定する。</p>
<p>成果2 事業実施期間中に、ダバオ市において廃食油の回収制度が構築される。 (当初は大口排出者である事業者を対象として、実施期間中に露店や一般家庭まで回収網を広げる)</p>	<p>2-1 事業者(ショッピングモール、レストラン)への研修(プロジェクト紹介、廃食油による環境影響等)</p>	<p>団員</p>	<p>延べ206事業者(ショッピングモール:6店舗、レストラン:200店舗)が研修へ参加する。</p>
	<p>2-2 事業者毎に廃食油回収タンクを設置し、責任者を1名ずつ決定する。</p>	<p>団員</p>	<p>タンク設置206箇所、責任者206名を決定する。</p>
	<p>2-3 回収タンク設置場所を回る回収ルート、回収頻度の制度を構築する。</p>	<p>ダバオ市</p>	<p>プロジェクト終了時まで回収率80%(実際の回収量÷想定回収量)を達成する。</p>
	<p>2-4 露店事業者への研修(プロジェクト紹介、廃食油投棄による環境影響等)</p>	<p>団員</p>	<p>延べ300店舗が研修へ参加する。</p>
	<p>2-5 露店が位置する道沿いに廃食油回収タンクを設置、ダバオ市が責任者を1名ずつ決定する。</p>	<p>団員</p>	<p>タンク設置50箇所、責任者10名を決定する。</p>
	<p>2-6 バランガイキャプテン、住民への研修(プロジェクト紹介、廃食油投棄による環境影響等)</p>	<p>団員</p>	<p>バランガイ13箇所において延べ10%以上の住民が研修へ参加する。</p>
	<p>2-7 ダバオ市が選定した13箇所のバランガイへ廃食油回収タンクを設置</p>	<p>バランガイキャプ</p>	<p>延べタンク設置130箇所、管理者13名を配置</p>

	し、 balanガイキャプテンが管理者を1名ずつ配置する。	テン	する。
成果3 BDF製造装置の使用方法、メンテナンス方法が伝達され、ダバオ市環境課の現地作業員のみで操作可能となる。	3-1 BDF製造装置の構成、生成工程に関する研修を実施する。	団員	プロジェクト開始後2年以内に10人が研修を受講する。
	3-2 実機を用いた操作方法、メンテナンス方法に関する技能研修を実施する。	団員	プロジェクト開始後2年以内に10人が研修を受講する。
	3-3 操作方法、メンテナンス方法の技能試験を実施する。	団員	研修参加者の95%以上が技能試験に合格する。
	3-4 現地作業員が廃食油を製造し、廃棄物回収車へ給油するサイクルを構築する。	ダバオ市	現地作業員がBDF製造実績表、販売実績表を継続して半年間管理する。経費を分析し、販売価格を15ペソと決定する。
成果4 廃食油回収制度とBDFによる燃料費削減効果が周辺地方自治体に普及する。	4-1 周辺地方自治体の関係者を招き、ダバオ市の廃食油回収制度の視察を行う。	団員	プロジェクト開始後2年以内に周辺の3自治体関係者を視察へ招く。
	4-2 大手食品加工メーカーに対してBDF精製装置の視察及びBDFによる車両走行試験結果を紹介する。	団員	プロジェクト開始後2年以内に食品加工メーカー2社の視察を受入れる。

4-2-2 提案する ODA 案件における日本側の投入

提案する普及・実証事業における日本側の業務内容や人員、機材の仕様、価格等を以下に纏める。

表 4-1 ODA 案件における日本側の投入

業務内容	<ul style="list-style-type: none"> ✓ BDF 精製装置の製造・輸送・据付 ✓ BDF 精製方法・取扱いに関するトレーニング ✓ メンテナンス技能研修・試験 ✓ 運転手への BDF 使用時の注意点、メンテナンス方法のトレーニング ✓ 車両性能・排気ガス測定値の分析 ✓ BDF 車両の不具合原因の分析 ✓ 事業者や露店、一般家庭向けの研修と回収タンクの設置
体制・人員	<ul style="list-style-type: none"> ✓ バイオマス・ジャパン株式会社（代表法人）：2名

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 株式会社篠崎運送倉庫（共同実施者）：2名 ✓ マイクライメイトジャパン株式会社（コンサルタント）：6名 ✓ 東京都市大学（BDF品質・精製方法指導）：1名 ✓ 現地コンサルティング企業：2名
機材の仕様	<ul style="list-style-type: none"> ✓ BDF精製装置「MAXプレミアムプラント」 精製能力：合計：1,000L（10～12時間） （内訳：250L(4～6時間)処理の精製装置×2回転×2機） ✓ 廃食油/BDF貯蔵タンク（1,000L）×20個 ✓ 不純物除去フィルター（活性白土/木質チップ）×20セット ✓ 反応薬：メタノール×10,000L、苛性カリ×300L ✓ 酸化値(AV)チェッカー×100セット ✓ 廃食油回収車両（レンタル）×2台 ✓ 廃食油回収車両に設置する回収タンク×4台 ✓ 事業者・露店・バランガイに設置する回収タンク×500個

4-2-3 提案する ODA 案件における C/P 側の投入

提案する普及・実証事業における C/P 側の業務内容や人員、役割、協議状況等を以下に纏める。ダバオ市側の C/P は Davao City Environment and Natural Resource Office (CENRO) と決定した。これはダバオ市と協議の上、市の廃棄物行政を担う CENRO が廃食油の回収に最も適しているとの見解が得られたからである。また、ダバオ市が計画する BDF の使用先である廃棄物回収車(2016年8月に導入予定)も CENRO が維持・管理することになっており、廃食油回収から BDF 使用までを1つの組織内で対応できるのも選定理由の1つである。本調査の遂行、特に市内の各排出源からの廃食油量の調査に関しては、CENRO と共同で実施しており、廃食油の投棄に対する懸念も共有している。また、CENRO のトップである Engr. Elisa Madrazo 氏は本邦受入活動にも参加している。実際に、日本の廃食油回収制度や BDF の使用方法について理解を深めており、C/P 側の遂行能力も十分に備わっていると考えている。

表 4-2 ODA 案件における C/P 側の投入

業務内容	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 事業者や露店、一般家庭向けの研修と回収タンクの設置（日本側と共同実施） ✓ 事業者・露店・一般家庭からの廃食油回収 ✓ 廃食油の回収量モニタリング ✓ 廃食油/BDF の貯蔵・保管 ✓ 車両走行試験（ジープニー及び廃棄物回収車）のモニタリング、排気ガステストの実施 ✓ BDF 精製装置のオペレーターのアサイン
費用負担	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 排出者向け研修に係る人件費 ✓ 廃食油回収に係る人件費及び燃料費 ✓ 廃食油/BDF 保管場所の運営費用（人件費、水道・光熱費）

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ BDF 精製装置に係る水道・光熱費 ✓ 排気ガステスト機及びオペレーターの貸与 ✓ BDF 精製装置のオペレーター人件費
--	--

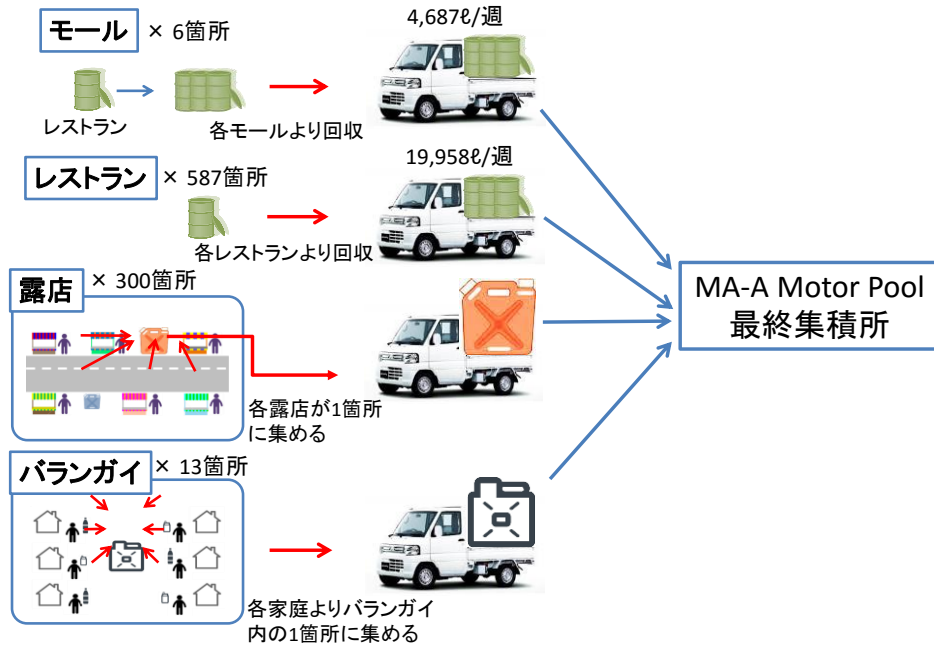


図 4-3 C/P による廃食油の回収イメージ図

C/P は各廃食油の排出先から回収を行う。モールでは敷地内の廃棄物保管所に回収タンクを設置し、モール内のレストランが廃食油をタンクに入れる。C/P は所定の回収日に保管所よりタンクを回収する。市街地のレストランでは各店舗にて廃食油を保管し、C/P が週に 1 度回収を行う。露店では各露店街に回収タンクを設置し、露店が廃食油をタンクに入れる。C/P は週に 1 度回収を行う。回収タンクは露店街近くのバランガイ集会所に設置する。家庭からの回収ではバランガイ内の複数箇所に回収タンクを設置し、バランガイの職員が各タンクから廃食油を回収し、バランガイ集会所の 1 箇所に保管する。C/P は週に 1 度集会所から回収を行う (図 4-3)。

本調査において、C/P 側に求める業務内容及び費用負担を上記のとおり説明しており、C/P 側からは同意を得ている。廃食油と BDF の保管及び BDF 精製装置の設置場所についてはダバオ市が所有し、CENRO が管理する MA-A Motor Pool を C/P 側より提供してもらう事で合意している (ダバオ市との合意事項は別添資料-2 を参照)。同地は市の中心部から車で 20 分ほどの場所であり、アクセスも問題ないと判断した。同敷地は廃棄物回収車両等を駐車する場所となっているが、まだ未利用の土地もある。実際、提案法人が同地を視察したが、BDF 精製装置と保管タンクを設置するのに十分なスペースがあると判断している。更に、CENRO は廃食油保管の為に簡易建屋を既に建設しており、インフラ設備 (水道・電気含め) も問題なく整備されていることを確認した。乾季 (11~5 月) には水力発電からの電力不足による計画停電の発生が 1 週間に 1 度程度予想されるが、事前に停電時間が通知される仕組みである為、生産スケジュールを調整する事で対応する。

ODA 案件実施後、BDF 精製装置は引き続き CENRO が維持管理を行う。BDF 精製装置を運転する人員

は CENRO 内の技術者（工学部卒）を 2 名アサインすることが決定している。更に、MA-A Motor Pool には CENRO の事務所があり、同事務所に廃食用油回収～BDF 使用までを担う特別部署を設置して、対応にあたる計画であることも確認している。BDF 精製装置は定期的なメンテナンスとフィルター材料の交換が必要であるが、どちらも簡易的な作業である。日本で BDF 精製装置を設置する際には、提案企業は同作業のトレーニング期間を 3 日間としている。維持管理に必要な薬剤や交換用のフィルター等はディーゼル燃料の購入代金が削減できた財源を予算として CENRO が購入する。

普及・実証事業に採択された場合には、別添資料-3 の協議議事録（M/M）内容で締結する旨ダバオ市とは合意している。

4-2-4 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ダバオ市、そして提案企業との間で協議議事録（M/M）の締結を行う。本案件を実際に遂行するのはダバオ市の廃棄物処理行政を担う CENRO であり、同機関を C/P と位置付ける。C/P が廃食用油の回収と車両走行試験のモニタリングを主に担い、提案企業はそれらを行う為のキャパシティビルディング（PDM の研修やトレーニング）を C/P 等に対して実施する。

提案企業は本調査と同様に、提案法人と篠崎運送倉庫の共同提案とし、外部人材としてマイクライメイトジャパン、東京都市大学の高津准教授を起用する。

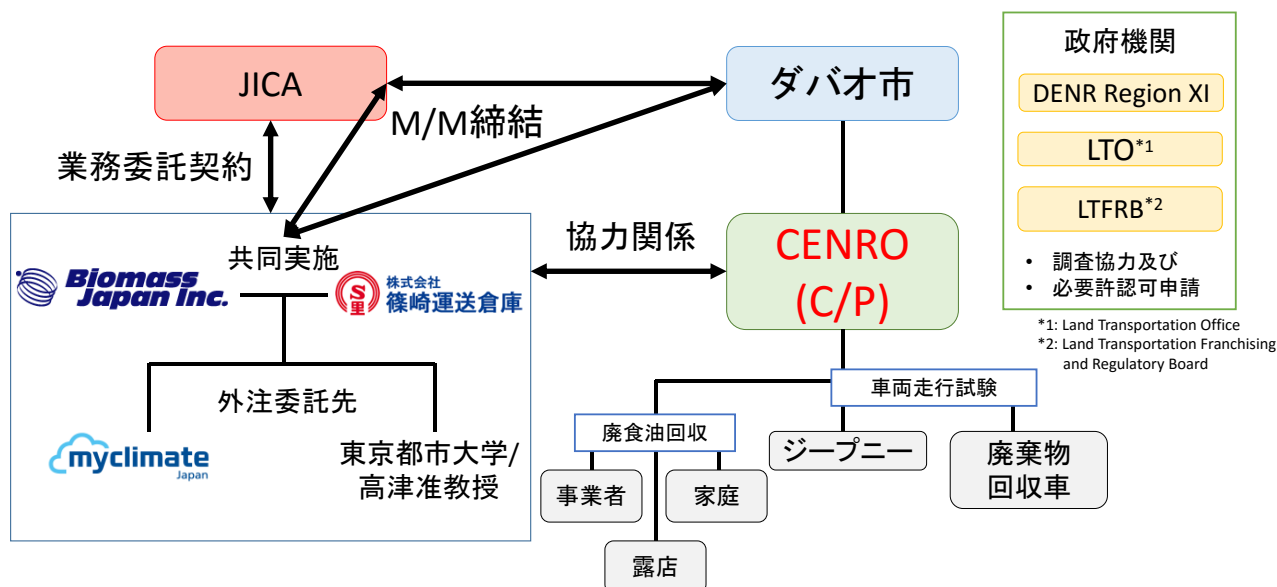


図 4-4 ODA 案件の実施体制図

(2) スケジュール

2016 年夏に採択された場合、全体で 1 年 8 ヶ月の工程を想定している。

各活動の主なスケジュールは以下のとおりである。

成果	主な活動	2016				2017												2018				
		8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4
協議議事録(M/M)締結、JICAとの契約		→																				
事業計画策定		→																結果報告				
成果1	BDF製造装置の導入及びジープニーを含むディーゼル車両での走行試験でBDFの有効性が実証される。	1-1 BDF精製装置及びその付属品の導入、導入装置によるBDFの精製及びその品質検査を実施する。					機器調達			輸送 据付			BDF精製									
		1-2 ジープニーを含むディーゼル車両の使用者向けにBDF使用時の注意点、メンテナンス方法のトレーニングを実施する。					→						結果確認									
		1-3 車両性能試験を実施する。(車両の馬力、加速、燃費)											→									
		1-4 排気ガス測定試験を実施する。(排気ガスに含まれるPM物質の検査)											→									
		1-5 不具合の発生頻度をモニタリングする。(3ヶ月の走行試験期間中の不具合原因の分析)											→									
成果2	事業実施期間中に、ダバオ市において廃食油の回収制度が構築される。(当初は大口排出者である事業者を対象として、実施期間中に露店や一般家庭まで回収網を広げる)	2-1 事業者(ショッピングモール、レストラン)への研修(プロジェクト紹介、廃食油投棄による環境影響等)					→									→						
		2-2 事業者毎に廃食油回収タンクを設置し、責任者を1名ずつ決定する。					→									→						
		2-3 露店事業者への研修(プロジェクト紹介、廃食油投棄による環境影響等)					→						→									
		2-4 露店が位置する道沿いに廃食油回収タンクを設置、ダバオ市が責任者を1名ずつ決定する。					→						→									
		2-5 バランガイキャプテン、住民への研修(プロジェクト紹介、廃食油投棄による環境影響等)					→						→									
		2-6 各バランガイへ廃食油回収タンクを設置し、バランガイキャプテンが管理者を1名ずつ配置する。					→						→									
		2-7 設置場所の回収ルート、回収頻度等の制度を構築する。											→									
成果3	BDF製造装置の使用法、メンテナンス方法が伝達され、ダバオ市環境課の現地作業員のみで操作可能となる。	3-1 BDF製造装置の構成、生成工程に関する研修を実施する。											→									
		3-2 実機を用いた操作法、メンテナンス方法に関する技能研修を実施する。											→									
		3-3 操作法、メンテナンス方法の技能試験を実施する。											→									
		3-4 現地作業員が廃食油を製造し、廃棄物回収車へ給油するサイクルを構築する。											→									
成果4	廃食油回収制度とBDFによる燃料費削減効果の広範な普及。	4-1 周辺地方自治体の関係者を招き、ダバオ市の廃食油回収制度の視察を行う。											→									
		4-2 大手食品加工メーカーに対してBDF精製装置の視察及びBDFによる車両走行試験結果を紹介する。											→									
現地作業		M/M協議																				
報告書作成・提出等		I/P提出				IR提出												DF提出 FR提出				

図 4-5 実施スケジュール

4-2-5 機材費の積算根拠

(1) 機材費算出の前提

MAX プレミアムプラントと消耗品一式、廃食油/BDF 貯蔵タンク (1,000L) を導入して実証事業を行

う。車両の走行試験はジープニー及び廃棄物回収車において合計で 3.5 カ月間実施する。BDF の品質検査は簡易検査キットにより 1 週間に 1 度実施し、毎月 1 回は外部委託による品質検査を行う。研修は BDF 精製装置の仕様方法及びメンテナンスを 2 週間、廃食油の回収制度に関しては事業者、露店、バランガイの各排出者に対して 1 日の研修を実施する。露店、バランガイは排出先が多い為、複数回に分けて実施する。

(2) 機材費の内訳

以下に機材費の内訳を示す。

表 4-3 提案する普及・実証事業の機材費内訳

費用項目	ユニット	金額(千円)	備考
MAX プレミアムプラント	1 セット	25,000	
プラントの輸送・据付	-	5,000	
貯蔵タンク(1,000L)	20 個	800	
消耗品費 (除去フィルター、反応薬、AV チェッカー)	一式	4,000	実証期間中の消耗品一式
廃食油回収車 (レンタル費用)	2 台	10,000	25 万円/月×2 台×20 カ月間
回収車用貯蔵タンク	4 個	2,000	不純物等の濾過フィルター付き
各排出先の貯蔵タンク	500 個	125	250 円/個×500 個
機材費合計		46,925	-

4-2-6 ODA 案件とビジネス展開の関連性

提案企業は ODA 案件実施後にまずはダバオ市での BDF 混合燃料の販売事業を開始することを想定している。そのため、現在は行われていないダバオ市での廃油回収制度の構築は言うまでもなく重要である。また、回収制度が構築されれば、ダバオ市の廃食油回収ポテンシャル量は ODA 案件で導入する装置の精製容量の約 10 倍見込める。よって、ダバオ市が処理しきれない余剰分を提案法人が買い取り、BDF へ精製して販売する事業を行う。

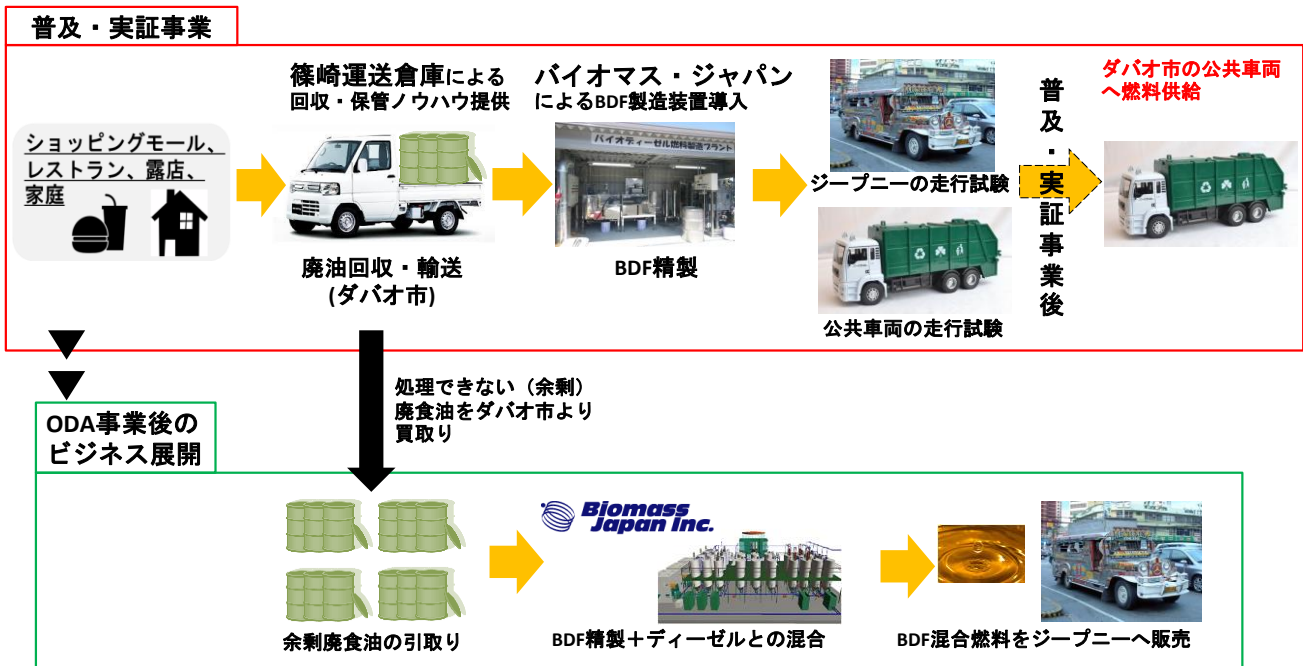


図 4-6 ODA 案件とビジネス展開の関連性

ジープニー事業者からは BDF 混合燃料を使用する前には安全性が担保されていること、食品加工工場からは BDF100%(B100)の車両への活用に関する安全性が条件とされており、普及・実証事業での走行試験結果が BDF 混合燃料の採用に繋がる。

更に、今後 DENR が RA6969 の厳格運用を進めた場合、DENR がダバオ市をモデル都市として地方自治体に対して同様に廃食油回収制度の構築を要請し、フィリピン全土の地方自治体より BDF 精製装置に対する需要が生まれる可能性がある。その為にも、ダバオ市において廃食油の回収～BDF 使用までの一貫した生産モデルをダバオ市で構築することが提案法人のビジネス展開にとって重要となる。

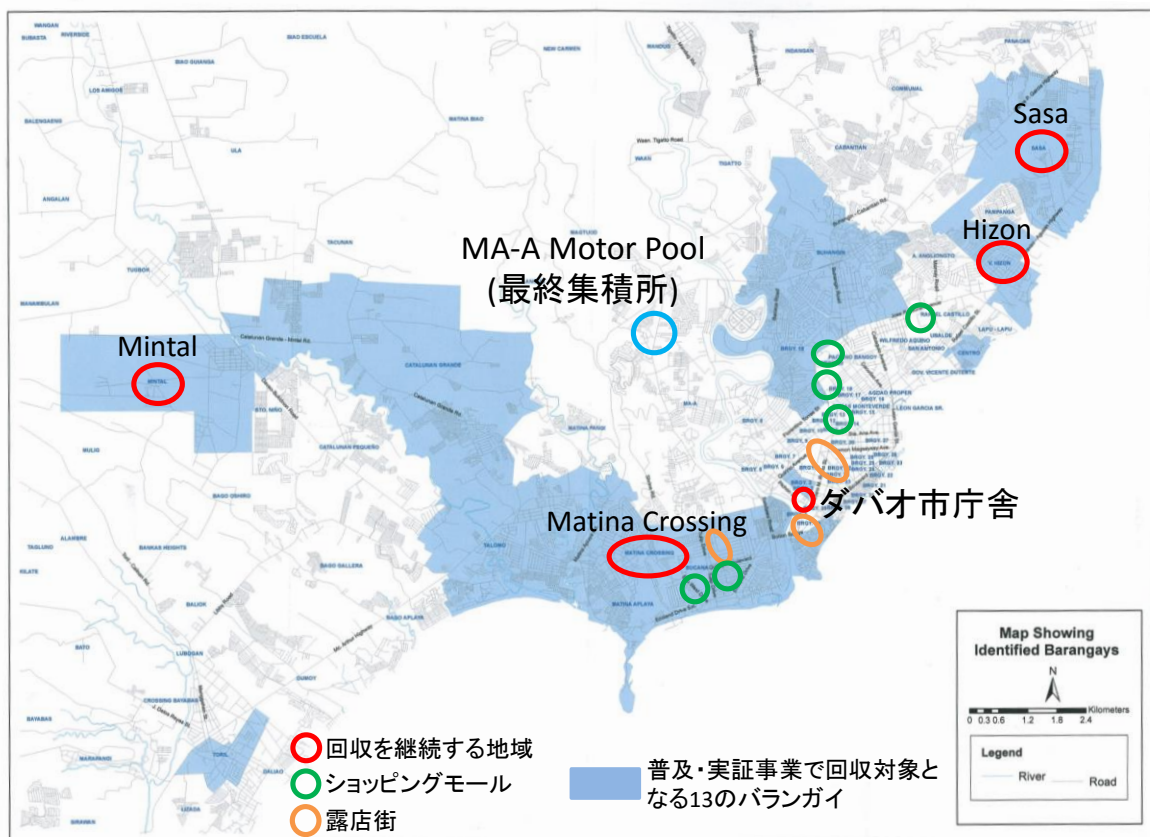
4-3 対象地域及びその周辺状況

ダバオ市との協議を通じて、BDF 精製装置と廃食油/BDF の保管タンクを設置する候補サイトを Barangay MA-A にある MA-A Motor Pool とすることで合意した。同地はダバオ市が所有し、CENRO が敷地を管理している廃棄物回収車等の駐車スペースである。C/P が土地の所有権を有している為、本 ODA 案件の為に無償で貸与される。同地（以下地図に場所を記す）は市内中心部から車で 20 分ほどの場所に位置している為、アクセスも容易である。更に、各回収拠点の中心でもある。敷地手前まではアスファルトの道路が整備されており、BDF 精製に必要な電気・水道も共に利用可能である。



図 4-7 MA-A Motor Pool (最終集積所) の外観

同地を選定した理由として、最も大きいのは ODA 案件実施後に廃棄物回収車に BDF を供給する際の利便性である。同地は回収車の駐車場となっており、給油場所として最適である。また、C/P である CENRO の事務所が敷地内にあり、人員も配備されていること、装置設置に十分な空き地があったことが本候補サイトを選定した理由である。



出所)ダバオ市

図 4-8 ダバオ市内の回収場所と候補サイトの位置関係

4-4 他 ODA 案件との連携可能性

現在、JICA が実施しているダバオ市都市開発計画策定との連携が考えられる。ダバオ市としては本調査を同市の廃棄物制度の再構築（廃棄物の減量と分別回収の強化が挙げられていた）のキッカケとしたいとの意向があった。同計画内に本調査を位置付ける事で、ダバオ市の廃棄物制度の発展に貢献したい。

また、本調査期間中には JICA 課題別研修「リサイクル制度設計」の一環として篠崎運送倉庫での BDF 精製装置の視察を行う等の連携を実施した。フィリピンと同様に他の開発途上国でも今後廃食油の適正処理が求められるようになる事が想定される為、この様な課題別研修を通じた製品の紹介も引き続き行っていく。

4-5 ODA 案件形成における課題と対応策

4-5-1 ODA 案件形成における課題

(1) インフラの整備状況

本 ODA 案件形成におけるインフラの整備状況において課題となるのは、廃食油回収のインフラである。特に、廃食油回収を行う車両の不足が挙げられる。現在、同市は廃棄物回収車を計 5 台保有しているが、2 台はパッカー車であり廃食油回収に転用できない。残り 3 台はオープントラックであり、廃食油回収に転用できるが既に毎日の廃棄物回収に使用されており、廃食油回収に転用する余裕がない。回収量が少ない内は軽トラック等の既存車両で対応可能だが、回収量が増加する普及・実証事業開始後には既存車両だけでは対応が困難となると推測される。その為、普及・実証事業中は日本側がレンタカーを調達し、C/P 側で運用する体制を検討している。事業期間を通じて廃食油回収制度を構築し、回収インフラ整備の必要性をダバオ市へ訴えかけるだけでなく、将来的には提案法人による余剰廃食油の買取りによるダバオ市の収入を見込んで、市側で車両を購入する予算手当を行うように働きかけていく。

(2) プロジェクト実施に必要な許認可

BDF 精製装置の設置には 2 つの許認可が必要となる。1 つ目は環境影響評価（Environment Impact Assessment: EIA）の取得が必要となる。環境影響評価手続きマニュアルによれば、環境影響が懸念される事業（ECP : Environmentally Critical Project）か否かのネガティブリストがあり、該当するプロジェクトにより提出する書類や手続きが異なる。BDF 精製装置は同リストに明記されていないが、DENR Region XI 事務所に確認したところ、本精製装置から出る副産物が環境に影響がないと判断出来れば、非 ECP として捉えられるとの見解を得ている。

2 つ目は、RA6969 に基づく廃食油処理に関する許認可である。こちらは Administrative Order No.2013-22 に申請方法の具体的な手続きが記載されているので、同手続きに則って申請を行う。唯一の懸念点としては、申請者が SEC 登録を有していることとの要件があり、普及・実証事業の開始時点で現地法人設立が必要となることが懸念された。しかしながら、DENR 事務所に確認したところ、同装置が事業後にダバオ市へ引き渡されることを考慮すれば、申請者はダバオ市となり、申請者の要件は満たしているとの見解が得られた。

(3) C/P側の人員体制

C/PとなるCENROの人員体制では、BDF精製装置のオペレーターとして2名の専従職員を配置するとの意向を確認している。廃食油回収に関しては、現在の人員だけでは対応できない為、新たに人員を雇用する計画を作成している。新たな人員を雇用する際の想定費用についてはBDFの精製コスト試算の値に含めており、ディーゼル燃料購入費用の削減分で補うことが可能である。その為、追加的な予算措置を講じなくとも対応できることを確認している。バランガイに関しては既存のバランガイ職員により対応可能と判断している。露店では各店舗から集約された廃食油をモニタリングする人員を配置する必要があるが、回収場所をバランガイ内に統合する等、新たな人員配置が極力発生しない体制を検討している。

4-5-2 ODA 案件実施に係る収益の取扱い

普及・実証事業期間中にBDFをジープニーに対して提供する際に、ジープニーより料金を徴収する為、C/P側に金銭授受が発生する。ジープニーに対して提供するBDFの価格は精製に必要なコストのみを付加する予定であり、利益等は上乗せしない。C/Pが金銭授受を行う為、提案法人には収益は発生しない。

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対応策

<非公開>

別添資料

<非公開>

英文要約

Summary

Chapter 1 State of the subject country

Political economy of the subject country

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. The Aquino's administration which has obtained the stable reputation also brought the high credibility to its economy and the rate of foreign investment opportunity has been rising since the Aquino took his office. Although the growth rate of the Philippine economy slowed in 2011 due to stagnant external demand, in 2012 and 2013 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.

The subject region, Davao City is the 3rd major city in the Philippines next to Metro Manila and Cebu and the most populated city in Mindanao Island. The population of Davao City is one million and fifty nine thousands according to the 2014 statistics. The agriculture and forestry industry are the major industry and fishing industry is also one of the dominant industry in that region. From early 2000s, along with the political instability had been gradually resolved around Davao City, its path to economic growth got back on truck and from 2009 to 2013 the total capital of the company inside the city has been increased by 11.39% and the increasing trend is predicted to continue for few years more.

Development issues

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

As for air pollution, black smoke included in automobile exhaust is considered in a major cause of pollution. The exhaust gased from automobiles are considered to be the main cause of the air pollution, about 65% of pollutant materials exhausted from mobility. Among them, jeepneys, a widely used public transportation, have played in a major role on this pollution because 92% of jeepneys use diesel engines with poor combustion efficiency which exhaust much more pollutant materials than gasoline engine. Davao City has also the same seriousness on air pollution. Although the value of TSP (Total Suspended Particles) and PM₁₀ (Particular Matter 10) in Davao City meet the requirement of National Ambient Air Quality Standard (NAAQS), those values are much worse than the standards of WHO (World Health Organization). This result clearly shows the air pollution in the subject region is serious issues.

The water pollution is the almost same level in seriousness. Due to the urbanization and high concentrated

population the much more waste water from household are flowing into river. Almost 30% of the water pollution are considered to be attributed by the waste water from household, specifically that waste water contained much cooking oil for Philippines usually use oil in their cooking. The survey conducted in Davao City also showed households and ambulant vendors threwed the used cooking oil into river. The rivers in Davao are very close to Davao Bay and the pollutant materials are directly flowing into the sea, which will cause sea pollution. Therefore, the counter-measures to water pollution has to be taken immediately.

Policies and legal system concerning issue

To fight air pollution, DENR sets an air quality benchmark index based on the Clean Air Act (RA8749) and carries out nationwide monitoring. The RA8749 were seen as the strictest law in regulating the exhaust gases from automobiles and factories. Although there are various rules for automobile exhaust gases, only about 17 percent of vehicles meet the standards.

To regulate toxic materials causing water pollution, DENR implemented the Toxic Substances and Hazardous and Nuclear Wastes Control Act of 1990 (RA6969) and published its administrative order of 2013 last year. Used cooking oil is seen as toxic hazardous material in this law. RA6969 clearly instructs all establishments who transport, storage and process toxic hazardous material are required to obtain the necessary license from DENR. The survey conducted in Davao showed that many restaurants in the city passed or sold used cooking oil to establishments with no license.

Davao City itself originally implemented its city ordinances related to the environment protection. In particularly, Davao City put its priority in the environment protection strategy on water pollution caused by throwing away used cooking oil into river. Therefore, Davao City implemented City Mayor's Executive Order in December 2015 to prohibit the inappropriate transport, storage and process on used cooking oil. If establishments violate this order, the City would vanish their business licenses for the penalty which is more strict and advanced than its original law, RA6969. In addition, Davao City also stated that the City would collect used cooking oil from all business establishments and barangays who has no choice but to throw away because there is no establishments who have license from DENR in Davao City. This order obviously showed the concrete statements that Davao City tackled with the environment pollution caused by used cooking oil.

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 (RA 7042). The Act permits 100% investments 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 differenet industries. It does cover the domestic retail industry and our business in selling BDF mixture fuel to jeepneys shall be considered as retail industry. Our judgement is that we will set up the local company with our invested capital up to 40%, the maximum invested capital allowed for the foreign investment for the said industry.

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

Characteristics of product/technology

Biodiesel fuel (BDF), are reacted in the fuel produced by the chemical processing, called methyl esterification, vegetable oil and animal oils with alkali catalyst and methanol. BDF has been globally widely used as an alternative fuel to diesel. In this study, we are targeting the BDF production from used cooking oil among them. Our main product, "MAX Premium Plant" has three advantages of the dry technology that do not generate waste water in the manufacturing process, quality stabilization technology and continuous manufacturing technology (continuous batch).



MAX100 Premium (Patent Pending)



BDF Refined Machine

MAX Premium : mini / 100L / 200L / 400L

①Methanol Recovery (20%)

Refining cost is reduced by 4 yen /L compared to conventional
Preventing air pollution and health damage due to vaporization

②Every Catalysts Can be Used

Both existing alkaline catalysts and new catalysts will do
(not with other companies' apparatus)

③Both Dry Cleaning and Water Washing

Processing in both water and dry way (only one technology)

④Explosion Protecting Specification Motor

⑤Observation window with Strengthened glass

Watch reaction process inside machine

⑥Simple Operation with Automatic Handling

⑦Successive Refining with Additional Tank

Proposed company's overseas expansion position

Domestic market of the BDF manufacturing equipment is a plateau and low expectation to rapid recovery, as long as the external factors such as hike of diesel price does not work. In those circumstances the proposed company now plan to expand its overseas sales to US\$ one million (about 5% of total sales) by 2018. In Asian countries, including the Philippines, eating habits using the edible oil is a common, therefore waste cooking oil is abundant. After starting this survey, customers in Indonesia expressed their interests to purchase BDF manufacturing equipment. Not only for Philippines, are the other Asian countries also considered to be the promising market.

Co-proposed company, Shinozaki Transportation Warehouse is a transportation company. Southeast Asia, finally the development of land transportation infrastructure proceed, believes that the growing demand for more and more domestic land transport in the future. In particular, Mindanao, including the Davao City of subject area, the demand are very high for the land transport because it has the largest land area in the Philippines. The Shinozaki will plan to provide transportation service in the subject area in the future.

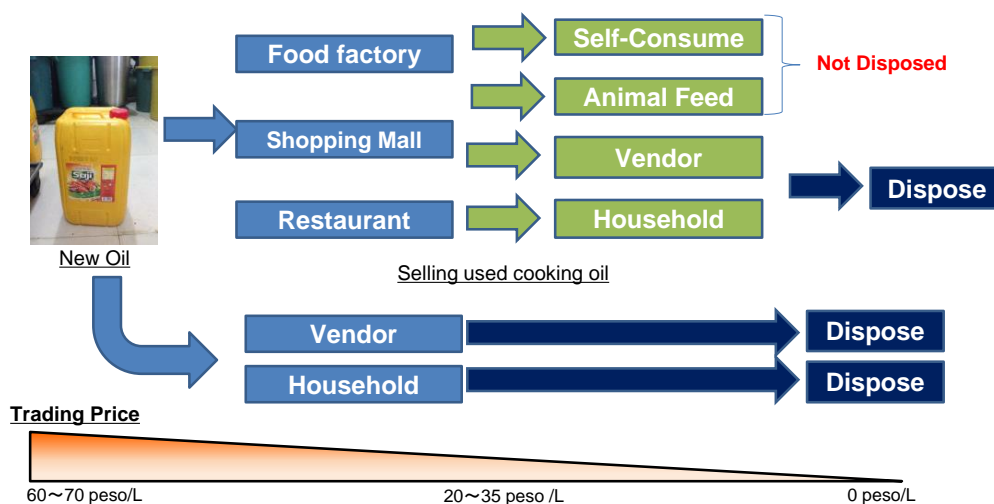
Chapter 3 Findings of study of product/technology and examination of possibility of use

Introduction of suggested product and confirmation of business structure

In this study, BDF refining machine using used cooking oil, MAX Premium Plant produced by the proposed company is introduced to Davao City. The aim is for the local government to become the implementing bodies building the BDF production systems. In this system, the local governments will collect used cooking oil locally, utilize MAX Premium Plant to refine collected oil into BDF, and use it to garbage collection trucks. The project idea were well discussed and Davao City as an implementing body agreed on their roll in and after this project.

Verification on introducing proposed product

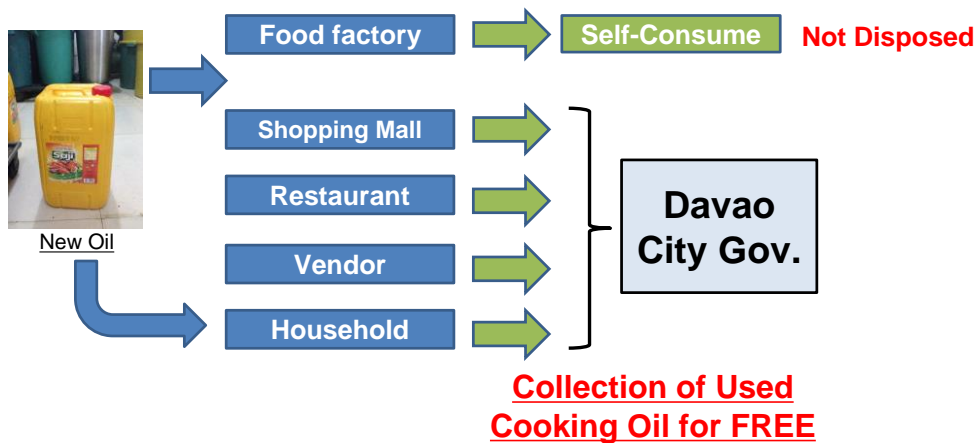
It should be the most verified for the introduction of the proposed product is the volume and price of used cooking oil in the City. The survey on amount and price of used cooking oil was conducted on food processing factory, chain restaurants, shopping malls, ambulant vendors and households. The below diagram summarizes the trading price and flow until the disposal of used cooking oil. In the food processing factories, used cooking oil is self-consumed as fuel for boiler and used oil in chain restaurants is re-used as feed for livestock. Trading price was 15 to 17.6 pesos / L.



Flow of trading used cooking oil and its price (previous)

However, shopping malls and restaurants were selling the used cooking oil to the buyer who does not have the license of the transportation, storage, and processing from the DENR. By the Executive Order from City Mayor in December 2015, shopping malls and restaurants would not be able to sell the used cooking oil to the buyer without license.

Instead of existing flow of used cooking oil, Davao City will take charge of collecting it for free from all establishments in the City. The below diagram shows the flow after the Executive Order.



-	FAME[%(m/m)]	Acid [mg-KOH/g]	Clay [mm ² /s]
Tested BDF	97.6	0.1	7.1
EN14214	> 96.5	< 0.5	3.5~5.0
Consistent	OK	OK	NG

Demand for the proposed product/technology

Through this study, it has been confirmed that the Davao City has a strong demand for our products. What most represented this demand was to prohibit the improper processing of used cooking oil by establishing the Mayor’s Executive Order. As future challenges, building a comprehensive collection system for small emitters such as ambulant vendors and household will be important. The largest emitters as a final consumer of cooking oil are the ambulant vendors and household, which is the main cause of waster pollution by throwing used oil from these emission sources. Davao City firstly targets on the businesses who discharge used cooking oil at the sfable amount and it is to continue calling widely to household in parallel with structuring BDF production system.

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 dispossed appropriately at resturants, ambulant vendors and households as used oil is poured right down the sink, dumped into septic tank, or thrown into rivers. 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 recycle of used cooking oil. In addition, although it is necessary to mainly the reduction of pollutants from the vehicle to the improvement of the air pollution, the effective measures to improve the exhaust gases from jeepneys and trucks are not well implemented.

To solve these problems, “Verification Survey” is proposed. The goals are to build the collection system of used cooking oil and utilizing BDF into vehicles.

Input from Japanese side in ODA project

Contents	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Manufacturing, export, and Installation of BDF purification equipment ✓ BDF refining method and training on handling ✓ Maintenance skill training and test ✓ Maintenance skill training for jeepney drivers ✓ Analysis of vehicle performance and exhaust gas measurements
Organization	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Biomass Japan inc. (Representative corporation) ✓ Shinozaki Transportation and warehouse Co., Ltd. (Joint implementation) ✓ myclimate Japan Co.,Ltd. (Consultant) ✓ Tokyo City University (Instructor of BDF quality and refining method)
Equipment specifications	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Refining ability : sum : 1,000L (10~12 hours) ✓ Waste cooking oil/BDF Storage tank (1,000L) × 20 ✓ Impurity filter (Activated earth / Wooden chip) × 20sets ✓ Chemicals : methanol×10,000L、 Caustic potash×300L ✓ Acid value(AV) checker×100sets ✓ Waste cooking oil collection vehicle (rental) × 2 ✓ Tank installed in collection vehicle × 4 ✓ Collection tank in Mall, Restaurant, Vendors and Barangay × 500

Input from Counter Part (C/P) side in ODA project

Davao City decided C/P would be Davao City Environment and Natural Resource Office (CENRO).

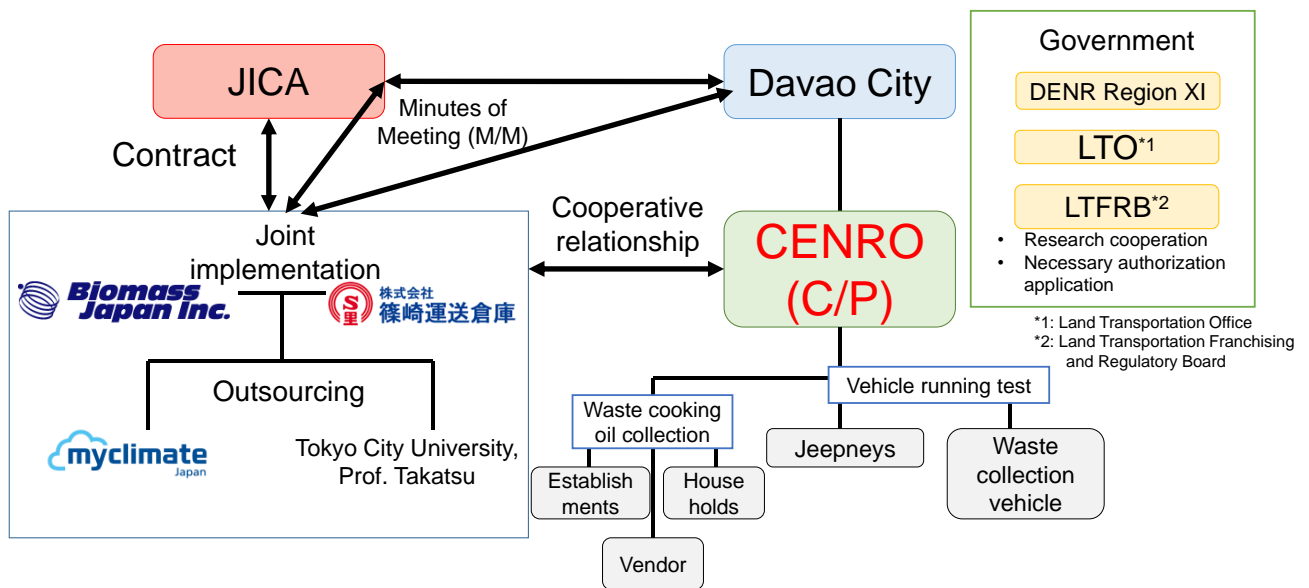
Contents	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Training and installation of the collection tank for Mall, Restaurant, Vendor and Barangay (Joint implementation with Japan side) ✓ Collection of waste cooking oil from Mall, Restaurant, Vendor and Barangay ✓ Storage of waste cooking oil/BDF ✓ Monitoring Vehicle running test (Jeapney and Waste cooking oil recovery vehicle) and implementation of exhaust gas test ✓ Assign operator of BDF refining equipment
Cost Burden	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Labor costs relating to training ✓ Labor and fuel costs relating to waste cooking oil collection ✓ Operating costs of waste cooking oil /BDF Storage location (Labor costs and utility costs) ✓ Water and utility costs relating to BDF refining equipment

	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Machine of gas emission tester and operator ✓ Labor costs operator of BDF refining equipment
--	---

Davao City showed their intention to provide MA-A Motor Pool, city government property, as the space for waste cooking oil and BDF storage and BDF refining equipment. CENRO constructed simple building for waste cooking oil storage already and the capacity of basic utilities were deemed appropriate. After verification survey, CENRO will maintain BDF refining equipment continuously.

Implementation scheme and schedule

Biomass Japan and Shinozaki Transportation will be joint implementor and myclimate Japan and Professor. Koizu from Tokyo City University will also participate as advisory.



Concrete development effects

Development effects expected from ODA project are alleviation of river and ocean pollution from influxes of used cooking oil, alleviation of air pollution through a reduction of black smoke from vehicles and raising level of waste management of adopting local government.

Chapter 5 Concrete plan for business development

Market Analysis results

We deemed the below 3 business plan had the potential of expansion in the subject country in the future.

(1) Sales of mixed BDF

Davao City is expected to collect every week about 30,000 L used cooking oil at the maximum, which is

significantly exceed the capacity of BDF refining machine that will be introduced to Davao City through ODA project. Therefore, the proposed companies purchase their surplus used cooking oil from Davao City, refine them into BDF and sale BDF 50% (the other 50% is diesel) to jeepneys.

(2) Sales of BDF refining machine

The proposed company sale MAX premium plant (capacity: 1,000L / day) to the private company, food processing factories and shopping malls. Through this survey, a manufacturer, one of the largest company in the Philippines, expressed their interest to purchase BDF refining equipment.

(3) Refining outsourcing

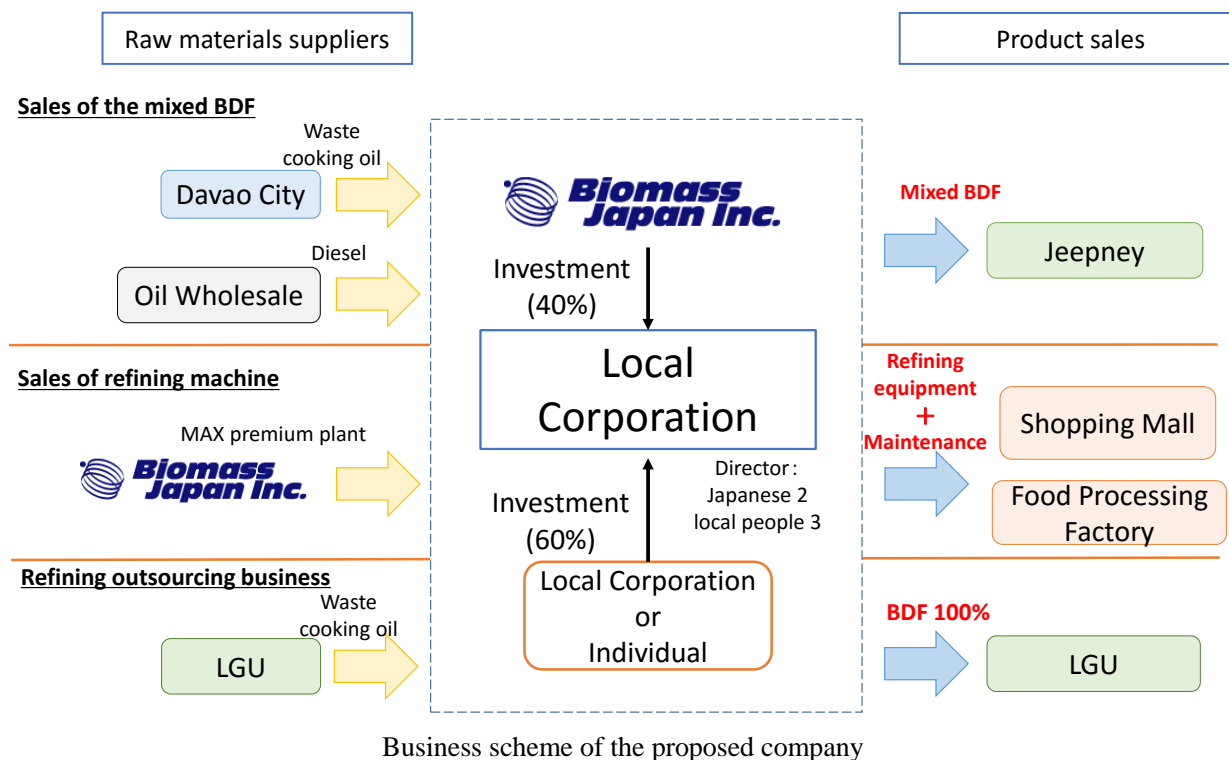
This business plan is aiming to undertake the used cooking oil from clients, refine it into BDF in the own refining plant and take it over to them. The proposed company receive the fee for refining used cooking oil. Local government units (LGU) who will start the collection of used cooking oil but can not collect the certain amount, where the investment can not be covered by themselves, are the main targets of this business plan. In RA6969, Barangay is responsible for the disposal of used cooking oil in households. In the near future, LGUs over the Philippines will deal with the collection of used cooking oil. Therefore, the proposed company seek the business potential for this business.

Sales method and its scheme

The proposed company will start the sales of mixed BDF in Davao City after ODA project. The collection system will have been established and BDF will have been confirmed as safety fuel. So, the sales of BDF in Davao City is the first to be lunched. The refining capacity at first will be 5,000L per week and after 5 years it will be increased to 10,000L per week.

The sales of MAX Premium Plant will start in paralle with the sales in Davao. The local company is sole distributor of products and its spare parts.

The refining outsourcing will be the last to be lunched after the above two plans. To function the collection system in the other LGUs will take time and the demand for refining come after its system desing.



Schedule of business development

The schedule of business development will be as below. The local company of the proposed company will be incorporated during ODA project and start its business in 2018.

Mailestone	2017	2018	2019	2020
1.Preparation founded Local corporation	▶			
2.founded Local corporation		★		
3.Construction of purification plant		▶	Start enhancement construction of Plant	▶
4.Running refining plant			▶	
5.Sale of refining equipment		▶ ★ First orders received of		
6.Operating activities of refining outsourcing			Outsourcing agreement with LGU	▶ ★

Development effects if the proposed company carries out business development

- Appropriate disposal of used cooking oil, which is considered as hazardous materials under Philippines national law, RA6969 could be achieved.
- Throwing used cooking oil into sewers, septic tank and river could be prevented by collecting it and it shall contribute to improvement of water pollution.
- BDF shall contribute to reduce black smoke, which is attributable to air pollution and causes of bad effect on health, from exhaust gases from diesel vehicle.

Feasibility Survey with the Private Sector for Utilizing Japanese Technologies in ODA Projects Republic of Philippine, Improving Environment through Establishment of Waste Coking Oil Collection System as well as Production and Propagation of Biodiesel

Proposed Companies - Site Location

- Proposed Companies: Biomass Japan Inc. / Shinozaki Transport Warehouse Co., Ltd.
- Location of the Company: Toshima-ku, Tokyo / Kounosu-shi, Saitama
- Project Site - C/P Organization : Davao City - Davao City Environment and Natural Resource Office (ENR Office), Land Transportation Franchising Regulatory Board



BDF Refined Plant : MAX Premium Plant

Concerned Development Issues

- Air Pollution from exhaust gas
- Rising price and instability of Bio-fuel supply
- Lack of special waste treatment including waste cooking oil due to lack of basic infrastructure in the rapid economic growth

Products and Technologies

- Tanks for collection of waste cooking oil to remove impurities and water at collection stage
- BDF refining plant without drainage

Proposed ODA Projects and Expected Impact

Proposed ODA Projects

- BDF refining plant provided to Land Transportation Franchising Regulatory Board in Region 11
- Technology cooperation for waste cooking oil collection system and collection tanks provided to ENR Office

Expected Impact

- Sustainable and inexpensive of BDF supply
- Building collection system of waste cooking oil

Intended Business Development

- Outsourced of BDF processing
- Production and sales of BDF
- Sales of MAX Premium Plant