

フィリピン国

フィリピン国  
公共バスの DDF 化による  
燃費向上と環境改善に関する  
案件化調査  
業務完了報告書

平成 28 年 3 月  
(2016 年)

独立行政法人  
国際協力機構 (JICA)

株式会社コクカ

国内
JR (先)
15-131



巻頭写真



民間バスの一例 再塗装で一見きれいに見えるが室内は使い込まれた印象



バスの登録情報



エンジンの型式も確認できる



民間バス会社のバスエンジンの状況（15年以上前の古いエンジン）



マカティ市バス 2003 年登録（外観）



マカティ市バス 2003 年登録（エンジン）



DENR とのセミナー内容の調整



マカティ市長への事業説明とセミナー案内



MMDA への進捗報告及びセミナー案内



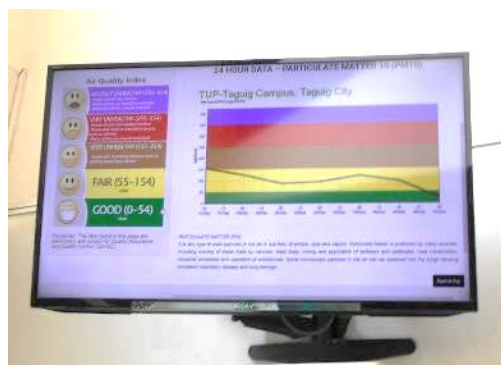
DOTC への事業説明とセミナー案内



DDF 化技術のセミナーの開催



セミナーにて DENR より排ガス試験



DENR による大気質のモニタリング



マカティ市の Motor Pool

# 目次

目次	iii
略語表	v
図表番号	vii
要約	ix
はじめに	1
第1章 対象国・地域の現状	3
1-1 対象国・地域の政治・社会経済状況	3
1-1-1 対象国の政治	3
1-1-2 社会経済状況	3
1-1-3 自動車市場	4
1-2 対象国・地域の対象分野における開発課題	6
1-2-1 マニラ首都圏における大気環境汚染の現状	6
1-2-2 公共バス会社の実態と課題	7
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	9
1-3-1 国家開発計画や政策	9
1-3-2 関連する法制度および規制	9
1-3-3 政策実施に関するフィリピン政府機関・自治体	10
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	15
1-5 対象国・地域のビジネス環境の分析	16
1-5-1 外国資本に関する出資比率・業種の規制	16
1-5-2 外国企業の土地の所有に関する規制	16
1-5-3 資本金に関する規制	16
1-5-4 投資優遇	17
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	18
2-1 提案企業及び活用が見込まれる製品・技術の特徴	18
2-1-1 業界分析	18
2-1-2 提案製品・技術の概要	20
2-1-3 競合他社製品と比べた比較優位性	23
2-1-4 採算性・経済性分析	24
2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ	26
2-2-1 海外進出の目的	26
2-2-2 海外展開の方針	26
2-2-3 海外展開を検討中の国・地域・都市	26
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	27
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	28
3-1 製品・技術の検証活動	28

3-1-1	DDF 化バスの情報	28
3-1-2	Pilot バスの DDF 化	29
3-1-3	DDF 化バスの走行試験	29
3-1-4	技術の紹介	29
3-2	製品・技術の現地適合性検証	30
3-2-1	DDF 化技術の調査・検証結果	30
3-2-2	DDF 化技術の適合性	33
3-3	製品・技術のニーズの確認	36
3-4	製品・技術と開発課題との整合性及び有効性	38
第4章	ODA 案件化の具体的提案	39
4-1	ODA 案件概要	39
4-1-1	具体的な ODA 案件	39
4-1-2	開発課題及び期待される効果	39
4-2	具体的な協力計画及び開発効果	41
4-2-1	具体的な協力計画	41
4-2-2	日本側の投入	49
4-2-3	C/P 側の投入	50
4-2-4	実施体制図	51
4-2-5	スケジュール	52
4-2-6	協力額概算	53
4-2-7	事業とビジネス展開との関連	53
4-3	対象地域及びその周辺状況	54
4-4	他 ODA 案件との連携可能性	55
4-5	ODA 案件形成における課題と対応策	56
4-5-1	課題と対応策	56
4-5-2	収益への対応	56



## 略語表

略語	正式名称	和称
ADB	Asian Development Bank	アジア開発銀行
ASEAN	Association of Southeast Asian Nations	東南アジア諸国連合
BOI	Board of Investment	投資委員会
BPS	Bureau of Product Standards	製品規格局
C/P	Counterpart	カウンターパート
CNG	Compressed Natural Gas	圧縮天然ガス
CO	Carbon Monoxide	一酸化炭素
CO <sub>2</sub>	Carbon Dioxide	二酸化炭素
DAO	Department Administrative Order	省令
DDF	Diesel Dual Fuel	ディーゼルデュアルフュエル
DENR	Department of Environment and Natural Resources	環境天然資源省
DOE	Department of Energy	エネルギー省
DOST	Department of Science and Technology	科学技術省
DOTC	Department of Transportation and Communications	運輸通信省
DTI	Department of Trade and Industry	通商産業省
ECU	Engine Control Unit	エンジンコントロールユニット
EMB	Environmental Management Bureau	環境管理局
ESITU	Environmentally Sustainable Initiatives Transportation Unit	環境持続可能なイニシアティブ交通ユニット
ETC	Emission Testing Center	排ガス試験センター
ETV	Environmental Technology Verification	環境技術認証
EV	Electric Vehicle	電気自動車
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GHG	Greenhouse Gas	温室効果ガス
HC	Hydro Carbon	炭化水素
HV	Hybrid Vehicle	ハイブリット車
ICC	Import Commodity Clearance	輸入商品許可証
ISO	International Organization for Standardization	国際標準化機構
ITDI	Industrial Technology Development Institute	産業技術開発研究所
JBIC	Japan Bank for International Cooperation	国際協力銀行
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
JV	Joint Venture	合弁事業
LPG	Liquefied Petroleum Gas	液化石油ガス
LTFRB	Land Transportation Franchising and Regulatory Board	陸上交通許認可規制委員会
LTO	Land Transportation Office	陸運局
MMDA	Metropolitan Manila Development Authority	マニラ首都圏開発庁
M/M	Minutes of Meeting	協議議事録

NAAQGV	National Ambient Air Quality Guideline Value	国家環境大気質ガイドライン値
NO <sub>2</sub>	Nitrogen Dioxide	二酸化窒素
NO <sub>x</sub>	Nitrogen Oxides	窒素酸化物
ODA	Official Development Assistance	政府開発援助
PHP	Philippine Peso	フィリピンペソ
PM	Particulate Matter	粒子状物質
ppm	parts per million	百万分の一
PS	Philippine Standard	フィリピン規格
SEC	Securities and Exchange Commission	証券取引委員会
SEZ	Special Economic Zone	経済特区
SO <sub>2</sub>	Sulfur Dioxide	二酸化硫黄
SOLUBOA	Southern Luzon Bus Operators Association	南部ルソンバス協会
SUV	Sport Utility Vehicle	スポーツ用多目的車
SVPCF	Special Vehicle Pollution Control Fund	自動車大気汚染対策特別資金
TESDA	Technical Education and Skills Development Authority	技術教育技能開発庁
THC	Total Hydro Carbon	全炭化水素
TSP	Total Suspended Particulate	総浮遊粒子状物質
TVET	Technical Vocational Education and Training	職業教育訓練
UP-NCTS	University of the Philippines - National Center for Transportation Studies	フィリピン大学国家交通研究センター
USD	U. S. Dollar	米ドル
WHO	World Health Organization	世界保健機構
W/S	Workshop	ワークショップ



## 図表番号

図 1	主要 ASEAN5 カ国の GDP 成長率推移	3
図 2	自動車の販売予測	4
図 3	自動車登録台数の推移	5
図 4	フィリピンおよびマニラ首都圏の総浮遊粒子状物質(TSP)	6
図 5	フィリピンにおけるメンテナンスの課題	8
図 6	マカティ市の組織図	12
図 7	フィリピンの各種投資優遇措置別主な税制優遇措置	17
図 8	DDF 化イメージ	20
図 9	DDF エンジンの排ガス試験結果	21
図 10	工場環境改善プロジェクト	22
図 11	バス 1 台あたりの DDF 化の経済的メリット	24
図 12	ビジネス展開の概要	26
図 13	DDF 化バスの概要	28
図 14	DDF 化バスの排ガス試験 (DDF 化前)	28
図 15	DDF 化プロセス	30
図 16	排ガス試験結果	30
図 17	セミナーへの参加者内訳	33
図 18	ETV プログラムの実施プロセス	34
図 19	アンケート回答者の内訳	36
図 20	普及・実証事業への展開の期待度	36
図 21	普及・実証事業で期待する活動内容	36
図 22	DDF 化促進のために期待される政策	37
図 23	民間バス会社に対する DDF 化への関心	37
図 24	セミナーで活用した DDF ロゴ	45
図 25	LPG タクシーの 15 年フェーズアウトルール改正フロー	46
図 26	ODA 案件化による効果想定	48
図 27	マカティ市を C/P とした場合の実施体制図	51
図 28	想定される普及・実証事業スケジュール	52

表 1	マニラ首都圏における大気質モニタリングデータ(2013年)	7
表 2	関連機関の役割	11
表 3	マカティ市における年間総浮遊粒子状物質 (TSP)	12
表 4	マカティ市の関連部署とその役割	13
表 5	マカティ市における用途別歳出 (単位 10 億 PHP)	13
表 6	ODA 事業の先行事例	15
表 7	外国人による投資・所有が禁止・規制されている分野	16
表 8	車種別の自動車登録台数	18
表 9	DDF 化概算費用	22
表 10	各エンジンの環境性能・コスト比較	23
表 11	走行試験結果	31
表 12	DDF 化前後のエンジンパフォーマンスの比較	31
表 13	セミナーの概要	32
表 14	PS 認証の申請にかかる主な費用	35
表 15	想定する ODA スキーム	41
表 16	DDF 化バスの一覧	42
表 17	案件化調査における成果と普及・実証事業における目標	42
表 18	DDF 化技術の現地研修の全体概要 (案)	43
表 19	DDF 化技術促進案と調整機関	45
表 20	機材の仕様、数量及び価格 (単位: 千円)	50
表 21	C/P 側の投入	50
表 22	普及実証事業における関連機関の役割	52
表 23	対象地域の概要	54
表 24	ODA 案件形成における課題と対応策	56

## 要約

### 第1章 対象国・地域の現状

#### 1-1 対象国・地域の対象分野における開発課題

フィリピンでは、急速にモータリゼーションが進展しており、都市の大気環境に課題を抱えている。大気環境汚染の取締りを所管している環境天然資源省（DENR）は、1999年に大気浄化法を発行し大気環境改善に努めてきた。この改善努力により、2004年以降しばらくはTSPは減少傾向にあったが、近年では有効な追加的対策が無いことから、ここ数年は目標値である $90\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ を大幅に上回る $120\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ 程度で下げ止まっている。国家経済開発庁によると、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、自動車の排気規制が課題となっている。

2009年の世界銀行の調査<sup>1</sup>では、フィリピンでは年間100万人が大気汚染による呼吸器疾患にかかり、年間約15,000人の死者がでていると報告されている。また、2014年の世界保健機構（WHO）の調査結果によると、喘息による死者は12,342人に達し全死因の2.37%を占め、フィリピンの死亡率のトップ10に入っている。10万人あたりの死者数は21.20人であり世界9位の高水準となっており、国民の健康に被害が発生するレベルにある。

また、フィリピンでは、日野自動車・日産ディーゼル・三菱ふそう等の日系バス製造会社のバスが多数運行されている。中古バス運行の実態はつかみきれないが、自動車事情に詳しい現地コンサルタントによると、日本等での運行を終えた中古品の活用や日系中古バスのシャシーをそのまま使用しボディーのみ新装しているバスが多い模様である。また、陸上交通許認可規制委員会（LTFRB）へのヒアリングによるとマニラ首都圏では、約1万台のバスが運行しているが、バス運営会社は約1,000社あり、一社あたりのバス平均保有台数は10台と零細な会社が多い。

このように零細な企業規模の会社が多いことも要因の一つとなり、メンテナンス要員の技術不足・絶対数不足、教育・マニュアル化不足、ならびに整備の重要性についての認識不足から、整備不良の状態のバスが多く、燃費が低下し、更には浮遊粉塵物や窒素酸化物（以下、NOx）の排出により大気環境汚染・地球温暖化を引き起こしている。



写真1 マニラ首都圏を走るバスの様子

<sup>1</sup> World Bank : No. 51683 The Philippines: Country Environmental Analysis 2009

## 1-2 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

1-1 で示した開発課題を解決するため、フィリピン国家経済開発庁では「国家開発計画 2011-2016」の 10 項目の中で、マニラ首都圏の TSP を 2009 年～2011 年にかけて 30%、その後 2016 年までに 5% ずつの削減する目標を立てている。また、関連する法律として、以下の大気浄化法及び 15 年フェーズアウトルールが挙げられる。

### (1) 大気浄化法

DENR は、1999 年大気浄化法 (Clean Air Act) を制定しているが、深刻化する大気汚染への対策強化のために、2015 年 3 月 24 日に大気浄化法における自動車排ガス基準の改正 (DENR Administrative Order No. 2015-04) を行った。新車に対しては 2016 年 1 月以降 EUROIV 基準<sup>2</sup>となり、2008 年以降に登録された中古車に対しては EUROIII 相当 (一酸化炭素 (CO) : 0.5% (by vol.)、炭化水素 (HC) : 250ppm および光吸収係数 2.0/m) の規制が敷かれることとなった。

### (2) 15 年フェーズアウトルール

運輸通信省 (DOTC) は 1996 年 Department order No. 96-963 の規制において、環境面ならびに運行安全面を考慮し、すべてのバスは登録から 15 年経過すると運行できないルールを定めた。更に、2002 年の改定 (Department order No. 2002-30) では厳格化し、すべてのバスは製造から 15 年経過すると運行できないこととしたが、公共バスセクターからのクレームを受け 1996 年規制が再び適用されることになった。

## 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・技術の特徴

#### (1) 提案製品・技術の特長

提案企業であるコクカは、1973 年に株式会社化して以来一貫して内燃機関ならびにプラント部品の加工修繕サービスを主たる業務としている。

今回活用する技術は、バスのディーゼルエンジンの DDF 化とそれに伴うオーバーホール技術である。Diesel Dual Fuel (DDF) とは軽油着火型ガスエンジンを意味する。軽油と液化石油ガス (LPG) を電子制御によってそれぞれの噴射割合を自動調整し、同時噴射することによって燃費向上、二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) 削減、その他の有害排出ガスや物質を大幅に減少させるシステムである。通常ディーゼルエンジンに、「ガスボンベとガス噴射制御装置 (エンジンコントロールユニット (ECU)、レギュレータ等)」を装着することで改変することが可能である。以下に DDF 化イメージを示す。

---

<sup>2</sup> EU 圏内の自動車排ガス規制基準で EURO+数字で表される。大型ディーゼル車における EUROIV 基準は CO : 1.5g/kWh、HC : 0.46g/kWh、NOx : 3.5g/kWh および PM : 0.02g/kWh である。



図1 DDF化イメージ

出典：JICA 調査団作成

(2) 製品・技術のスペック

コカカによる DDF エンジンの排出ガス試験結果を図2に示す。比較対象の通常のディーゼルエンジン (EURO I 基準) に対して、NOx で約 40%、CO で約 90%、全炭化水素 (THC) で約 35%、粒子状物質 (PM) で約 70%の削減が得られた。

また、DDF 化することにより、燃費を約 15%程度向上させることが可能である。

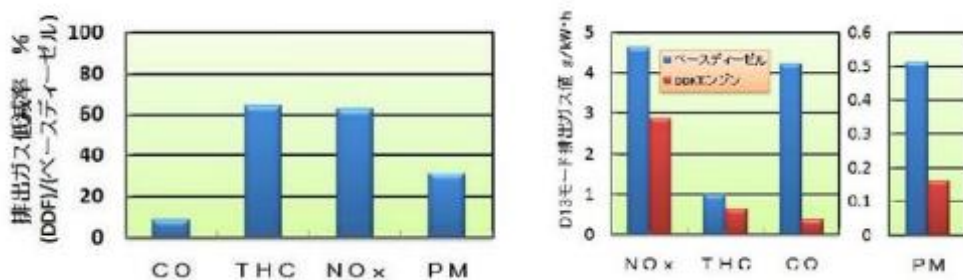


図2 DDFエンジンの排ガス試験結果

出典：JICA 調査団作成

(3) 製品・技術の価格

既存で活用中のバスのディーゼルエンジンに、DDF 化装置を装着することで、比較的簡易に改変が可能である。表1に DDF 化に係るコストを示す。

表1 DDF化概算費用

1	ガス噴射制御装置	1 式	¥650,000
2	ガスポンペ	1 式	¥100,000
3	取付改造費・調整費用	1 式	¥150,000
1 台あたり DDF 化概算費用			¥900,000

注：対象バスエンジン日産ディーゼル FE6 排気量 7000cc

出典：JICA 調査団作成

(4) 競合他社製品と比べた比較優位性

DDF 化する他に、エンジンのクリーン化の方法としては、エンジンそのものをコモンレール方式のクリーンディーゼルエンジンに入れ替えてしまう方法がある。しかしながらエンジンそのものの入れ替えとなるため、既存エンジンに DDF キットを

後付けする DDF 化に比べると割高となり、そのコストは下表のとおり、DDF 化を比べ 4 倍程度の水準となる。つまり、DDF 化は、少額の投資で排ガス改善・燃費向上を図ることができる、途上国向けの技術であるといえる。また、DDF 化の環境性能は EUROⅢ基準に相当するが、先般改定された大気浄化法における「使用中の Heavy Duty Vehicle」カテゴリの排ガス規制にも対応している。

表 2 各エンジンの環境性能・コスト比較

	通常ディーゼル	DDF	クリーンディーゼル
燃料	軽油	軽油+LPG	軽油
環境性能	EURO I 基準	EUROⅢ基準	EUROⅣ基準以上
改修方法	基準	装置+ボンベ装着	エンジンの入れ替え
コスト	基準	+90 万円程度	+400 万円程度

出典：JICA 調査団作成

## 2-2 提案企業の事業展開における海外進出の位置づけ

コクカは 1973 年の会社設立以来一貫して内燃機関ならびプラント部品の加工修繕サービスを主たる業務として現在に至っており、上場完成車メーカー等、優良な顧客と長期にわたり安定的な関係を構築し、着実な業績を挙げてきた。そのような中、日本の自動車業界は世界各国に進出しており、完成車メーカーからは製造に関わる企業だけではなく、アフターサービスに関連する企業についても、現地進出への要望が高まってきており、そのアウトソーシング先として広範なサプライチェーンの一翼を担いたいと考えている。

また、安定的な国内事業による新事業への投資余力があるうちに、更なる成長ドライバーとして海外展開に注目し、2007 年からフィリピンでのサービス展開検討を進めてきているところである。前述のとおり 2 つプロジェクトの販売実績があるなかで、今後さらに海外展開を進めていくことで、後継者ならびに従業員にとって魅力ある企業として存続していきたいと考えている。

進出先としては、フィリピンマニラ首都圏を考えている。進出形態としては、現地パートナー企業との合弁で現地法人を設立し、公共バス会社に対して DDF 化サービスとそれに付随する形でエンジンメンテナンスサービスを提供する。DDF 化サービスによって獲得した顧客を、定期メンテナンスサービスを利用するリピーターにしてゆくことを狙う。

## 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

本調査において、民間所有の路線バスをパイロットとして DDF 化作業を行った。対象バスは、2015 年 8 月に排ガス試験センター (ETC) で実施された排ガス試験で、基準値を超え不合格となり、運休扱いとなっていたバスである。

実際の DDF 化作業は、JICA 調査団の DDF 化エンジニアの指揮のもと、現地提携会

社のフィリピン人スタッフの支援により実施した。DDF 化後に排ガス試験を行い、基準をクリアしている。

その後、DDF 化前後の燃費改善を比較するために、走行試験を実施した。なお、DDF 化前のデータは2014年1月～6月の運行時の走行距離と燃料消費量を活用した。

最後に、環境天然資源省（DENR）とのセミナーの共催を通して、DDF 化技術の紹介、Pilot DDF の結果報告、普及・実証事業における活動内容案の照会、DDF 化バスのデモンストレーション等を行った。また、参加した民間バス会社の印象を把握するために、アンケート調査を実施した。

### 3-2 製品・技術の現地適合性検証

本パイロットにおける DDF 化プロセスは、まずエンジンを購入時の状態へ戻すためにオーバーホールを実施し、エンジン・LPG タンクの設置、LPG・DDF キットの取り付け、空燃費（マッピング調整）を実施した。DDF キットは日本より、LPG タンクは現地より調達した。マッピングの微調整はドライバーから出力のフィードバックを受けながら実施した。

その後の、民間企業の ETC にて、排ガス試験を行った。条例で行われている排ガスのテスト基準である光吸収係数（light absorption coefficient）を計測した結果が  $1.033\text{m}^{-1}$  となり、排ガス規制  $2.000\text{m}^{-1}$  をクリアした。

その後、走行試験を行い、以下のルートを往復し走行距離と燃焼消費量から燃費が改善した旨を確認した。DDF 化前の燃費については、過去の走行データから  $3.194\text{km/L}$  と算出された。一方、DDF 化後は、燃費は  $4.26\text{km/L}$  となった。エンジンパフォーマンスの向上結果を下表に示す。なお、投資回収は約2年となっており、経済的にも社会的にも受け入れ可能な結果となった。

表3 DDF 化前後のエンジンパフォーマンスの比較

項目	DDF 化前	DDF 化後	ターゲット
排ガス試験 (Light absorption, $\text{m}^{-1}$ )	2.111	1.033	2.00
燃費 (km/L)	3.19	4.26	4.00

出典：JICA 調査団作成

### 3-3 製品・技術のニーズの確認

2015年11月25日開催（第3回目の現地渡航）の DDF 化技術に関するセミナーにおいて、民間バス会社からの参加者に対するアンケート調査を通して、個別に DDF 化の投資意欲を確認した。8名からの回答があり、半分の4名から DDF 化技術導入に関心があるという回答を得た。そのうち3名は『是非導入したい』と非常に前向きであった。後ろ向きの回答は1件のみであった。

### 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、パイロット的に一台の中古バスの DDF 化を行ったが、大気質の改善・燃料消費量の削減、および気候変動の要因の一つとなっている CO2 排出量の



削減に効果的であることが確認できた。

また、セミナーにおいて設備投資額や回収年数についても説明を行ったが、民間バス事業者からも前向きな反応を示されたことで、民間のビジネス活動の中でのDDF化の普及に関しても、期待できることが示された。言い換えると、高額な投資を必要とするクリーンディーゼル、ハイブリッド車（HV）や電気自動車（EV）に比べ、比較的低額な投資であるDDFが零細民間バス会社が多いフィリピンでは適していることが明らかとなった。

## 第4章 ODA 案件化の具体的提案

### 4-1 ODA 案件概要

#### (1) スキーム名

本案件化調査後に、「マニラ首都圏公共バスのDDF化による燃費向上・大気汚染低減に関する普及・実証事業」を提案する。

#### (2) 想定するカウンターパート

カウンターパート（C/P）は、マカティ市を想定している。マカティ市をC/P候補とした理由は以下のとおり。

- ・公的部門がバス事業を運営し、職員の通勤、通学、イベント、社会的弱者の移動等のために毎日バスが運行されている。
- ・マカティ市はフィリピンを代表する都市として国内への社会的影響力が大きく、マカティ市での普及・実証事業の成功が他都市への普及に繋がることが期待される。
- ・環境汚染対策に対して関心が高く、すでにマカティ市独自の取組みやマカティ市がサポートしている他事業が実施されている。
- ・マカティ市が管轄するメンテナンス部隊はすでに組織的に運営されている上に、技術移転により体制の強化が期待され、普及・実証事業終了後も継続される可能性が高い。

#### (3) 事業の目的

マニラ首都圏における公共バスのディーゼルエンジンをDDF化することによって大気環境汚染防止ならびに燃費向上による燃料コストの削減および地球温暖化の抑制を図る。

#### (4) 開発課題及び期待される効果

##### ア 開発課題

自動車台数の増加に伴うマニラ首都圏における環境汚染の深刻化により、TSPはここ数年 $120\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ あたりで推移し、いずれもフィリピン政府が設定する国家環境大気質ガイドライン値（NAAQGV） $90\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ を上回っている。これにより、フィリピン都市部では毎年150万人が呼吸器疾患にかかる等、健康に被害が発生するレベルに達している。

民間バス会社の運営状況を見ると、平均保有台数 10 台と零細なバス会社が多く、このことが要因の一つとなり、メンテナンス要員の技術不足・絶対数不足、教育・マニュアル化不足、ならびに整備の重要性についての認識不足から、整備不良の状態のバスが多く、燃費が低下し、更には浮遊粉塵物や NOx の排出により大気環境汚染・地球温暖化を引き起こしている。

#### イ 期待される成果

成果には以下の 3 点を想定している。

成果 1. 公共バスのエンジンの DDF 化による大気汚染の低減および燃費効率改善効果が実証される。

成果 2. 現地人材によって DDF 化が持続的に行える体制が確立される。

成果 3. 公共バスの DDF 化に関する効果が普及する。

### 4-2 具体的な協力計画及び開発効果

#### (1) 具体的な協力計画

実証内容・方法を下表にまとめる。マカティ市を C/P として、マカティ市等の所有するバス 5 台の DDF 化、メンテナンス部隊へのエンジンの DDF 化ならびにメンテナンスの技術移転を実施する。また、DDF 化技術の普及を目指し、ステークホルダーとのステアリングコミッティの開催、民間バス会社に対する DDF 化セミナーの開催、DDF 化技術の促進政策の検討を主な活動として実施していく。

表 4 想定する ODA スキーム

目的：マニラ首都圏における公共バスのディーゼルエンジンを DDF 化することによって大気環境汚染防止ならびに燃費向上による燃料コストの削減および地球温暖化抑制を図る。	
成果	活動
成果 1 公共バスのエンジンの DDF 化による大気汚染の低減および燃費効率改善効果が実証される。	1-1 公共バスエンジンの DDF 化
	1-2 DDF 化バスの環境性能および燃費効率改善効果の試験・実運行データの収集
	1-3 現地仕様に応じたサービスの最適化の検討
成果 2 現地人材によって DDF 化が持続的に行える体制が確立される。	2-1 DDF 化技術および DDF 化エンジンメンテナンスのトレーニング実施
	2-2 DDF 化技術のマニュアル作成
	2-3 DDF 化エンジンメンテナンスのマニュアル作成
成果 3 公共バスの DDF 化に関する効果が普及する。	3-1 ステークホルダーとのステアリングコミッティの開催
	3-2 民間バス会社に対する DDF 化セミナーの開催
	3-3 DDF 化技術促進策の検討

出典：JICA 調査団作成

#### (2) 日本側の投入

人的投入は、総勢 9 名を予定している。内訳は、統括 1、チーフアドバイザー 1、

DDF 化技術 2、市場調査 1、都市環境改善計画 1、投資計画・事業化検討 1、リスク分析 1、法制度調査 1 である。

導入する機材は、DDF キットそのもの 5 セットに加えて、DDF 化作業に必要な工具やエンジン診断用の測定器、DDF 化後の性能評価のための測定器等を供与する。その総額は約 500 万円である。

### (3) C/P 側の投入

人的投入は、総勢 14 名を予定している。内訳は、統括 1、総括サポート 1、環境性能管理・モニタリング 1、バス運行管理・走行データ管理 1、メンテナンス技術者（トレーニー）10 である。

その他、DDF 化及びメンテナンス技術のトレーニング場所の提供や DDF 化後の試験走行のための燃料費、研修生の人件費等を負担する。

### (4) 実施体制図

C/P にマカティ市を想定した場合の実施体制図を下図に表示する。

普及・実証事業におけるマカティ市の窓口は、Office of the City Administration となる予定であるが、交通管理、Motor pool の管轄および大気汚染対策がそれぞれの部門に渡っているため、マカティ市の Internal meeting ではこれらの 4 部署と協力して事業を運営していく。原則ステアリングコミッティのコアメンバーはマカティ市内部の関連部署と日本側となるが、必要に応じて、DOTC ならびに関連機関（LTO・LTFRB）・DENR・MMDA が参画する。また、UP-NCTS は燃費計測において技術的なサポートを行う予定である。

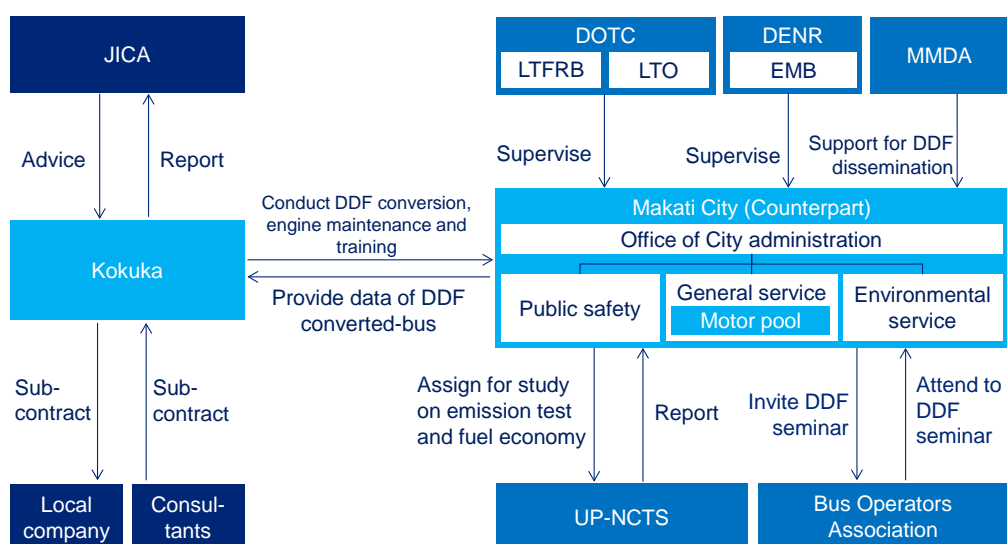


図 3 マカティ市を C/P とした場合の実施体制図

出典：JICA 調査団作成

### (5) スケジュール

2016 年 10 月の開始から 2 年間で想定している。渡航は、全 8 回を予定している。

#### 4-3 対象地域及びその周辺状況

普及・実証事業における製品・技術の設置候補サイトの概要を下表に記載する。

表5 対象地域の概要

項目	内容
ODA 案件の対象地域	マカティ市
設置する製品・技術	DDF キット並びに関連機器
設置候補サイト	マカティ市が所有する Motor Pool
インフラ状況	DDF を実施できる設備は整っていないため、DDF キット及び LPG タンク以外にも最低限必要な機器を導入し、Motor pool にて DDF を行えるよう整備する必要がある
選定理由	<ul style="list-style-type: none"><li>・豊富な人材を有し、メンテナンス業務が組織的に運用されていることから、技術移転後の持続性が高い</li><li>・必要なインフラを補強する程度で DDF 化を実施できる</li><li>・マカティ市の積極的な姿勢</li></ul>

出典：JICA 調査団作成

## 案件化調査 フィリピン国

### 公共バスのディーゼルエンジンのDDF化による燃費向上と都市環境改善に関する案件化調査

#### 企業・サイト概要

- 提案企業：株式会社コクカ
- 提案企業所在地：愛知県名古屋市
- サイト・C/P機関：フィリピン国(マニラ)・運輸通信省(DOTC)等



#### フィリピン共和国の開発課題

- 首都圏の人口増加や経済発展に伴い交通渋滞及び大気汚染が問題となっている
  - ✓ 庶民の足である公共バスは排出ガス基準を満たしていない
  - ✓ 燃費効率が低い

#### 中小企業の技術・製品

- 公共バスのディーゼルエンジンの整備とDDF化  
(DDF:ディーゼルデュアルフェルエンジン)
- エンジン等のメンテナンスサービス

#### 調査を通じて提案されているODA事業及び普及・実証事業にて期待される効果

- マニラ首都圏で走行する約1万台の公共バスのディーゼルエンジンをDDF化することにより、車輛排出ガスに含まれる(NOx, PM, CO2)を低減できると共に燃費効率も15%向上され、大気汚染の改善及び温室効果ガスの削減が期待される
- 既存エンジンを使用するため、エンジン交換とは違い初期投資額も抑えられ、且つ産業廃棄物の低減に貢献する
- 現地提携企業により上記技術に対応できるエンジニアが育成される

#### 日本の中小企業のビジネス展開

- 同国における公共用バスディーゼルエンジンのDDF化による新規市場の拡大
- 現地企業との提携によるメンテナンスサービスの充実及びネットワークの構築

## はじめに

### 1. 調査の背景

フィリピン共和国（以下、フィリピン）は、他の開発途上国と同様に急速にモータリゼーションが進展しており、都市の大気環境改善に課題を抱えている。これにより、フィリピン都市部では毎年 150 万人が呼吸器疾患にかかる等、健康に被害が発生するレベルに達している。

フィリピン国家経済開発庁によると、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、自動車の排気規制が課題となっている。この課題解決のため、フィリピン国家経済開発庁（NEDA）は「国家開発計画 2011-2016」の 10 項目の中で、マニラ首都圏の大気汚染を 2009 年～2011 年にかけて 30%、その後 2016 年までに 5%ずつの削減目標を立てている。また、1999 年に施行された大気浄化法（Clean Air Act）では、大気の廃棄基準を制定し、自動車ユーザーに対し、排ガス基準を設定している状況である。

提案企業であるコクカは自動車エンジンをはじめとした各種内燃機関の部品加工ならびに修理サービスを業務としており、日本国内において多くの顧客から支持を得ている。現在、フィリピンでの事業展開に関しては、2007 年にマニラの現地自動車整備企業と業務提携し、フィリピンにおける自動車メンテナンスビジネスの検討をスタートさせている。その中で、マニラ首都圏で走行するジープニー「乗合ミニバス」のエンジンの液化石油ガス（以下、LPG）化に関し試作品の提供を行うなど、公共交通機関に対する取組みも進めている。

上記背景の下、本調査では政府開発援助（以下、ODA）案件化ならびにビジネス展開に向けて、開発課題の現状確認、ステークホルダーへのヒアリングならびに C/P 候補の探索、製品・技術のパイロット的適用とその効果確認、現地ビジネス進出にかかる投資環境に関して調査を行った。

### 2. 調査の目的

本調査ではディーゼルエンジンのディーゼルデュアルフュエル（以下、DDF）化における技術を活用し、フィリピンにおける ODA 案件化とビジネス展開の可能性を調査する。

### 3. 調査対象国・地域

フィリピン共和国 マニラ首都圏

#### 4. 団員リスト

氏名	担当業務	所属先
酒井 憲一	業務主任者 投資計画・事業化検討	株式会社コクカ
稲谷 篤	ディーゼルエンジンの DDF 化	株式会社コクカ
西本 匡利	(外部人材) チーフアドバイザー ODA 事業計画推進支援	有限責任監査法人 トーマツ
藤原 洋	(外部人材) 都市環境改善計画支援	有限責任監査法人 トーマツ
東野 有介	(外部人材) 投資計画・事業化検討支援	有限責任監査法人 トーマツ
渡邊 幸哲	(外部人材) 市場・法制度調査	有限責任監査法人 トーマツ
服部 思朗	(外部人材) DDF 化技術支援	個人コンサルタント

#### 5. 現地調査工程

現地調査	日程	主な活動内容
第1回	2015年 6月8日 ～6月12日	<ul style="list-style-type: none"> <li>各ステークホルダーへのプロジェクト概要・DDF化技術説明</li> <li>開発課題ならびに法規制動向の確認、C/P候補探索</li> <li>DDFデモ用バス提供者の探索ならびにデモ用バスDDF化に向けた実務的準備</li> <li>ビジネス展開上の条件確認</li> </ul>
第2回	2015年 8月31日 ～9月12日	<ul style="list-style-type: none"> <li>デモ用バスのDDF化、走行試験、マッピング及び排ガス試験</li> <li>DENRと民間バス会社とのセミナー内容の調整</li> <li>各ステークホルダーへの調査進捗報告・セミナー案内</li> <li>自治体へのプロジェクト概要・DDF化技術説明・セミナー案内</li> <li>ビジネスモデルの確認</li> </ul>
第3回	2015年 11月23日 ～11月27日	<ul style="list-style-type: none"> <li>セミナーの準備および開催</li> <li>ステークホルダーに対する普及実証事業内容の説明</li> <li>DDF化事業を行う上で必要となる規制調査</li> <li>DDF化バスの燃費改善とコスト削減の検討</li> </ul>
第4回	2016年 1月18日 ～1月22日	<ul style="list-style-type: none"> <li>普及・実証事業に向けた関連機関との合意形成</li> <li>C/P候補の確定</li> <li>DDF化バスの更なる排ガス低減に向けた調整ならびに工数削減に向けたモジュール化の検討</li> <li>現地ビジネスパートナー候補との投資計画・事業化検討</li> </ul>



# 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

### 1-1-1 対象国の政治

フィリピン共和国は、大統領を元首とする立憲共和制を敷いており、2010年6月30日にベニグノ・アキノ（3世）が大統領に就任し、現在に至る。同政権の中で、2011年5月には、中期の包括的経済開発計画である「フィリピン開発計画（2011～2016）」を公表し、グッド・ガバナンスと汚職撲滅を基礎としつつ、以下3つを重点分野（①投資促進を通じた持続的経済成長、②脆弱性の克服と生活・生産基盤の安定、③ミンダナオ地方における平和と開発）として掲げている。

このような政府の方針に従い、渋滞緩和や都市環境改善に向け、運輸通信省（以下、DOTC）では交通インフラ整備やモーダルシフトが検討され、環境天然資源省（以下、DENR）では大気質のモニタリングや排ガス規制の改正を通して、生活改善を図っている。

大統領の任期は6年であり、再選が禁止されているため、2016年5月に次期大統領選が予定されている。その際には、上下院議員選や市長選なども同時予定されており、この選挙結果により政治の執行体制に大きな変化が生じる可能性が考えられる。

### 1-1-2 社会経済状況

2014年のフィリピン経済の国内総生産（以下、GDP）成長率は6.1%であり、2013年のGDP成長率7.2%には及ばないが、主要東南アジア諸国連合（以下、ASEAN）5カ国でもトップクラスで堅調に推移している。

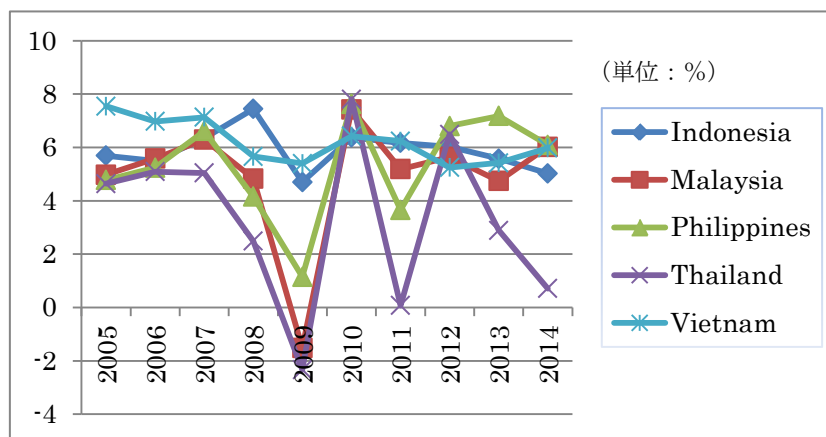


図1 主要ASEAN5カ国のGDP成長率推移

出典：IMF, World Economic Outlook Database, April 2015

この成長を支えるフィリピンのGDPの7割強は、民間消費によるものであり、フィリピン人海外労働者からの送金が大きな要因となっている。送金の金額は、2011年に200億米ドル（以下、USD）を超え、2014年には前年累積費5.9%増の年間累積

243 億 USD に達している。

しかしながら、前述した通りフィリピンは、主要 ASEAN5 カ国でもトップクラスの GDP 成長率を維持しているものの、失業率は 2006 年以降 7%前後と横ばい状態が続き、2014 年は 6.8%であり、インドネシアと並んで高いレベルにある。

この要因として、フィリピンの経済成長は、国内雇用の拡大には繋がっていないことが挙げられる。これは、フィリピンは人口増加率が高い一方で、外国からの直接投資 (Foreign direct investment) が少ないため、高 GDP 成長率の影響が末端の就労者層まで行き渡っていないことに起因している。2013 年のフィリピンへの FDI 額は 38.6 億 USD であり、過去最高を記録しているものの、近隣の東南アジア諸国と比較すると際立って低いレベルにある。

この状況下において、フィリピンでの成長の著しい産業は、英語圏向けのコールセンターやビジネスプロセスアウトソーシングであり、経理・会計、人事、購買、保険申請処理関連などが挙げられる。2012 年における売上規模は約 134 億 USD、GDP 比は、約 5.6%、就労人口は約 77 万 2000 人であった。政府は 2016 年までに、20% 成長率、売上げ 290 億 USD (世界シェアの 1 割)、GDP 比 9%、そして就労者数 130 万人を目指している。

### 1-1-3 自動車市場

図 2 は、フィリピンを含む ASEAN5 (タイ、インドネシア、マレーシア、フィリピン、ベトナム) の自動車販売台数の実績と予測を示している。一貫して拡大が続いており、2020 年には 500 万台に迫ることが予想されている。これに伴い、フィリピンの自動車販売市場も 2020 年に向けて増加傾向にあることがわかる。

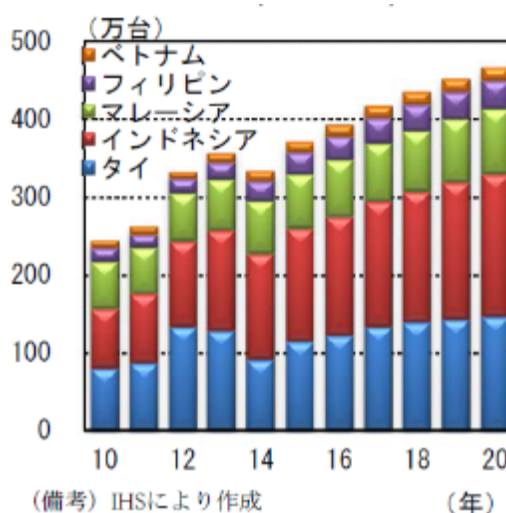


図 2 自動車の販売予測

出典：IHS

フィリピンでの自動車登録台数 (ストック) は、陸運局 (Land Transportation Office : 以下、LTO) によると図 3 に示すように増加しており、2013 年に 769 万台

に達している。

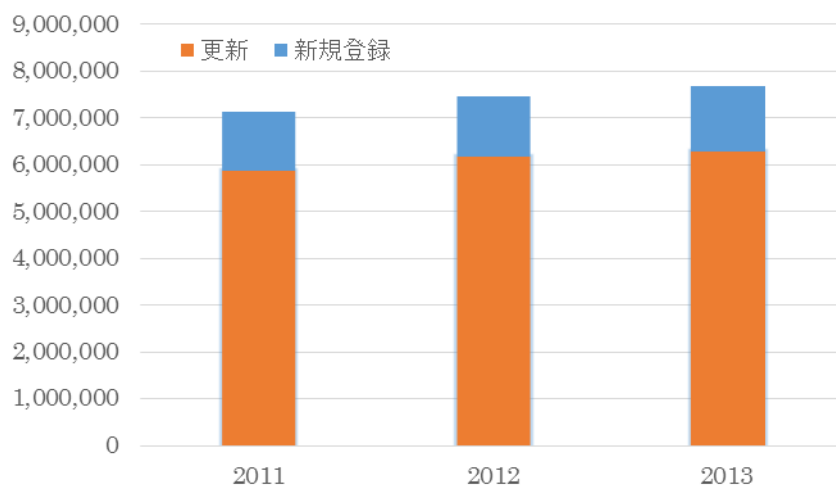


図 3 自動車登録台数の推移

出典：LTO

本案件化調査で取り組む事業は、自動車修理・メンテナンスに関するサービス事業である。フィリピンは国全体での成長率が著しく、また自動車台数も着実に増加しており、事業の追い風となりうるものと考えている。また、現地への直接投資により雇用促進にも貢献できるものと考えている。

## 1-2 対象国・地域の対象分野における開発課題

### 1-2-1 マニラ首都圏における大気環境汚染の現状

フィリピンでは、1-1-3で確認したように、急速にモータリゼーションが進展しており、都市の大気環境改善に課題を抱えている。マニラ首都圏における総浮遊粒子状物質(以下、TSP<sup>1</sup>)の推移を図4に示す。

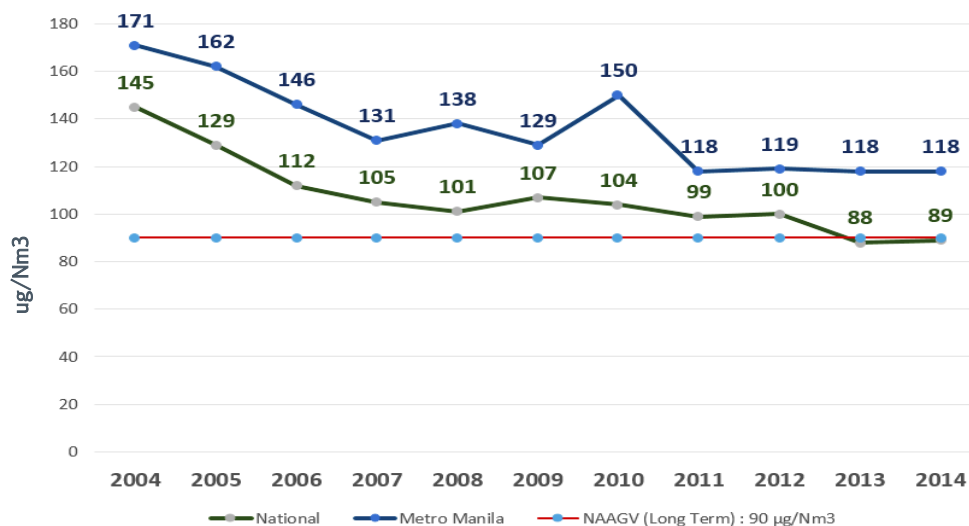


図4 フィリピンおよびマニラ首都圏の総浮遊粒子状物質(TSP)

出典：DENR, Philippines

大気環境汚染の取締りを所管している DENR は、1999 年に大気浄化法を発行し、大気環境改善に努めてきた。この改善努力により、2004 年以降しばらくは TSP は減少傾向にあったが、近年では有効な追加的対策が無いことから、ここ数年は目標値である  $90 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  を大幅に上回る  $120 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  程度で下げ止まっている。国家経済開発庁によると、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、自動車の排気規制が課題となっている。

2009 年の世界銀行の調査<sup>2</sup>では、フィリピンでは年間 100 万人が大気汚染による呼吸器疾患にかかり、年間約 15,000 人の死者がでていると報告されている。また、2014 年の世界保健機構 (WHO) の調査結果によると、喘息による死者は 12,342 人に達し全死因の 2.37% を占め、フィリピンの死亡率のトップ 10 に入っている。10 万人あたりの死者数は 21.20 人であり世界 9 位の高水準となっており、国民の健康に被害が発生するレベルにある。

なお、大気浄化法では、TSP 以外にも二酸化硫黄 (以下、 $\text{SO}_2$ )、二酸化窒素 (以

<sup>1</sup> フィリピンの大気浄化法 (Clean Air Act) では、TSP は大気中に存在する浮遊物質で直径が  $50 \mu\text{m}$  以下の粒子であり、粒子状物質 (PM) は直径が  $10 \mu\text{m}$  以下の粒子であると規定されている。

<sup>2</sup> World Bank : No. 51683 The Philippines: Country Environmental Analysis 2009

下、NO<sub>2</sub>) やオゾン等の4項目を基準としてモニタリングしている。表1に2013年のデータを示す。TSP以外の項目は多くの地点で基準値を下回っていることから、フィリピンの国家開発計画における大気汚染対策ではTSPの低減を重要ターゲットとしている。

表1 マニラ首都圏における大気質モニタリングデータ(2013年)

測定項目	モニタリングデータ	国家環境大気質基準 (NAAGV)
TSP (µg/m <sup>3</sup> )	118	90 (年平均)
SO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	17	180 (24時間平均)
NO <sub>2</sub> (µg/m <sup>3</sup> )	75	150 (24時間平均)
オゾン (µg/m <sup>3</sup> )	30	60 (8時間平均)

出典：DENR, Philippines

### 1-2-2 公共バス会社の実態と課題

フィリピンでは、日野自動車・日産ディーゼル・三菱ふそう等の日系バス製造会社のバスが多数運行されている。中古バス運行の実態はつかみきれないが、自動車事情に詳しい現地コンサルタントによると、日本等での運行を終えた中古品の活用や日系中古バスのシャシーをそのまま使用しボディーのみ新装しているバスが多い模様である。また、LT0のヒアリングによるとマニラ首都圏では、約1万台のバスが運行しているが、バス運営会社は約1,000社あり、一社あたりのバス平均保有台数は10台と零細な会社が多い。



写真1 マニラ首都圏を走るバスの様子

このように零細な企業規模の会社が多いことも要因の一つとなり、メンテナンス要員の技術不足・絶対数不足、教育・マニュアル化不足、ならびに整備の重要性についての認識不足から、整備不良の状態のバスが多く、燃費が低下し、更には浮遊粉塵物や窒素酸化物(NO<sub>x</sub>)の排出により大気環境汚染・地球温暖化を引き起こしている。これまでのコクカの事業から、この背景には、図5に示すようなフィリピンにおける自動車メンテナンス技術の課題があり、日本での対応と大きく異なっていることを把握している。フィリピンでは、ドライバーおよび整備士においても維持・管理に対する意識が低く、コストを掛けて予防保全する概念がない。整備工場によるエンジン部品の交換、エンジンの分解、主要運動部の測定、エンジン組立、パフ

パフォーマンスの確認、修理履歴の共有の各プロセスにおける対応も、十分でないのが実態である。

オーバーホールのプロセス	フィリピンでの対応	日本での対応
予防保全	事後保全 (事後修理)	予防保全 (走行距離や運転時間による)
エンジン部品の調達	修理該当部品のみ調達	修理該当部品以外の関連部品も調達 (パッキンやガスケット類)
エンジンの分解	エンジンの状態を把握しないで分解 (部品へのマーキングやナンバリングをしない)	エンジンの状態を把握しながら分解 (部品へのマーキングやナンバリングをする)
主要運動部分の測定	未測定 (ダイヤルゲージとマイクロメータの不備)	測定→再使用可能かチェック (ダイヤルゲージとマイクロメータを使用)
エンジン組立	組立作業の工程確認の未実施 (作業ミスの未防止)	組立作業の工程確認の実施 (作業ミスの防止)
ボルト締付	締付チェックの未実施 感覚的に締付(トルクレンチ不備)	締付チェックの実施 マニュアルに準拠して締付(トルクレンチ使用)
最終調整	調整基準値の未参照	調整基準値の参照
パフォーマンスの確認	故障部分のみのチェック	故障部分以外にも、エンジンを全体チェック
修理履歴の共有	社内の共有なし (類似故障の未防止)	社内の共有あり (類似故障の防止)

図 5 フィリピンにおけるメンテナンスの課題

出典：JICA 調査団作成

### 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 国家開発計画や政策

1-2 で示した開発課題を解決するため、フィリピン国家経済開発庁では「国家開発計画 2011-2016」の 10 項目の中で、マニラ首都圏の TSP を 2009 年～2011 年にかけて 30%、その後 2016 年までに 5% ずつの削減する目標を立てている。

本事業は、コカカのエンジン再生技術を活用し、マニラ首都圏における公共バスのディーゼルエンジンを DDF 化することによって大気環境汚染防止と地球温暖化の防止に貢献すると共に、零細バス事業者の収益力を向上させるものであり、上記開発計画とも高い親和性を有していると考えている。

#### 1-3-2 関連する法制度および規制

##### (1) 大気浄化法

DENR は、1999 年大気浄化法 (Clean Air Act) を制定している。この法律では、大気中に含まれる汚染物質の測定方法、排ガス基準、使用可能な燃料タイプ、大気汚染対策に向けた関連機関 (DENR、自治体など) の機能および役割などが定められている。罰則に関する規定もあり、車検場や路上での取締りで排ガス基準に違反した車両に対して、その程度に応じて罰金やナンバープレート押収等を規定している<sup>3</sup>。

DENR は深刻化する大気汚染への対策強化のために、2015 年 3 月 24 日に大気浄化法における自動車排ガス基準の改正 (DENR Administrative Order No. 2015-04) を行った。新車に対しては 2016 年 1 月以降 EUROIV 基準<sup>4</sup>となり、2008 年以降に登録された中古車に対しては EUROIII 相当 (一酸化炭素 (以下、CO) : 0.5% (by vol.)、炭化水素 (以下、HC) : 250ppm および光吸収係数 2.0/m) の規制が敷かれることとなった。

一方、バスの民間事業社側に確認したところ、猶予期間が短すぎて対応ができない、そもそも知らない、といった意見があり、行政機関と民間企業の認識に大きな齟齬があることが判明している。また、当局による取締りについてもその信憑性が疑問視されている<sup>5</sup>。この CDM/JI 事業調査では、マニラ首都圏の現状を鑑みると LTO による排ガス試験結果は信憑性に欠けるとしている。

なお、同改正では、燃料についても 2015 年 7 月以降の EUROIV 基準準拠を定めているが、2016 年 1 月時点での現状確認の結果、EUROIV 基準の燃料を販売していたガソリンスタンドは

---

<sup>3</sup> 初犯に対しては最高 2,000 PHP、2 回目は 2,000 PHP～4,000 PHP、3 回目以降は車両が 1 年間押収される上に、4,000 PHP～6,000 PHP の罰金が課せられる。また、違反後 1 週間以内に排気ガス試験をクリアできない場合はナンバープレートが押収される。

<sup>4</sup> EU 圏内の自動車排ガス規制基準で EURO+ 数字で表される。大型ディーゼル車における EUROIV 基準は CO : 1.5g/kWh、HC : 0.46g/kWh、NOx : 3.5g/kWh および PM : 0.02g/kWh である。

<sup>5</sup> 公益財団法人地球環境センターの「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 (平成 20 年 3 月)」によると、LTO による排ガス試験では 94.4% の車両が排ガス試験に合格しているが、調査内において実施した独自の排ガス試験では 7 割以上がクリアしなかったとの実態報告がある。



極めて少数であり、燃料価格も通常の燃料と比較すると2倍弱の水準であった。

## (2) 15年フェーズアウトルール

DOTCは1996年Department order No. 96-963の規制において、環境面ならびに運行安全面を考慮し、すべてのバスは登録から15年経過すると運行できないルールを定めた。更に、2002年の改定(Department order No. 2002-30)では、更に厳格化し、すべてのバスは製造から15年経過すると運行できないこととした。年1回のLTOの車両検査にてこれを満たさない自動車はLTOで車両登録ができなくなり、これを受けて陸上交通許認可規制委員会(以下、LTFRB)からの営業ライセンスも発行されなくなる。

一方、実際の民間バス事業者の3台のエンジンの型式を現物確認してみると、3台ともフィリピンでの登録からは15年経過していないが、製造年からは15年以上経過したエンジンであり、ヒアリングによると大半はこのようなエンジンであることが確認された。最新の規制と現場実態について継続調査を行ったところ、2002年の改定後にあった公共バスセクターからのクレームを受け、この施行が保留され再検討されるようになった背景があったことを確認した。従って、2002年改正(登録日から製造日への変更)を適用できていない状況が継続しており、登録日から15年フェーズアウトを規定している1996年規制が依然として適用されている。

### 1-3-3 政策実施に関するフィリピン政府機関・自治体

#### (1) 関連機関の役割

本案件における関連機関とその役割を表2にまとめる。この他、公的機関ではないが、バス運行事業者の業界団体が複数存在している。

表 2 関連機関の役割

組織名	組織名 (和訳)	役割
DENR (環境天然資源省)		
EMB	環境管理局	大気環境の改善・モニタリングの所管機関。大気浄化法の策定箇所。あわせて、二酸化炭素 (CO <sub>2</sub> ) 排出抑制に関する業務も所管。
DOTC (運輸通信省)		
DOTC	運輸通信省	全国の交通システム及び通信設備・サービスを監督する。15 年フェーズアウトールの策定箇所。
LTFRB	陸上交通許認可規制委員会	バス、タクシー、ジープニーなど全ての商業車両の運行路線や営業内容についての許認可を与える機関。
LTO	陸運局	自動車の登録、免許証の取得・更新を行う機関。交通違反情報等の情報も蓄積している。排ガス試験センターも管轄。
DOE (エネルギー省)		
DOE	エネルギー省	LPG の供給を含むエネルギー政策を担当
MMDA (マニラ首都圏開発庁)		
MMDA	マニラ首都圏開発庁	マニラ首都圏の行政サービスの充実。マニラ首都圏の 17 市の統括機能も併せ持つ。
DOLE (労働雇用省)		
TESDA	技術教育技能開発庁	技術職業教育訓練 (TVET) システムを管理・監督する労働雇用省 DOLE 傘下の機関。エンジン整備関連のコースも提供。
自治体		
Makati City	マカティ市	フィリピンならびにマニラ首都圏を代表する中心都市。環境汚染対策に対して関心が高い。
大学		
UP-NCTS	フィリピン大学国家交通研究センター	交通分野における研究、情報収集等を担っている。

出典：JICA 調査団作成

## (2) C/P 候補

案件化調査後の ODA 事業として、普及・実証事業を想定しているが、そのカウンターパート (以下、C/P) 候補としてマカティ市を考えている。その選定理由は以下の通り。

- ・公的部門がバス事業を運営し、職員の通勤、通学、イベント、社会的弱者の移動等のために毎日バスが運行されている。
- ・マカティ市はフィリピンを代表する都市として国内への社会的影響力が大きく、マカティ市での普及・実証事業の成功が他都市への普及に繋がることが期待できる。
- ・環境汚染対策に対して関心が高く、すでにマカティ市がサポートしている他事業が実施されている。
- ・マカティ市が管轄するメンテナンス部隊はすでに組織的に運営されている上に、技術移転により体制の強化が期待され、普及・実証事業終了後も継続される可

能性が高い。

## ア マカティ市における大気環境の現状

マカティ市の包括的開発計画（Comprehensive Development Plan 2013-2023 (Makati 21)）では、21世紀にてフィリピンをリードしていくビジョンが描かれ、高い水準の行政サービスを提供することで世界基準のモデル都市になることをミッションに掲げられている。環境管理分野では、市内の大気質が重要課題の1つとして取り上げられており、対策に向けた現状把握のために2006年からDENRの協力のもと大気質モニタリングが実施されている。しかしながらその現状は深刻であり、2011年のTPSが $132 \mu\text{g}/\text{Ncm}$ と、基準値の $90 \mu\text{g}/\text{Ncm}$ より上回っているだけでなく、マニラ首都圏の平均値（ $118 \mu\text{g}/\text{Ncm}$ ）をも上回っている状況である。

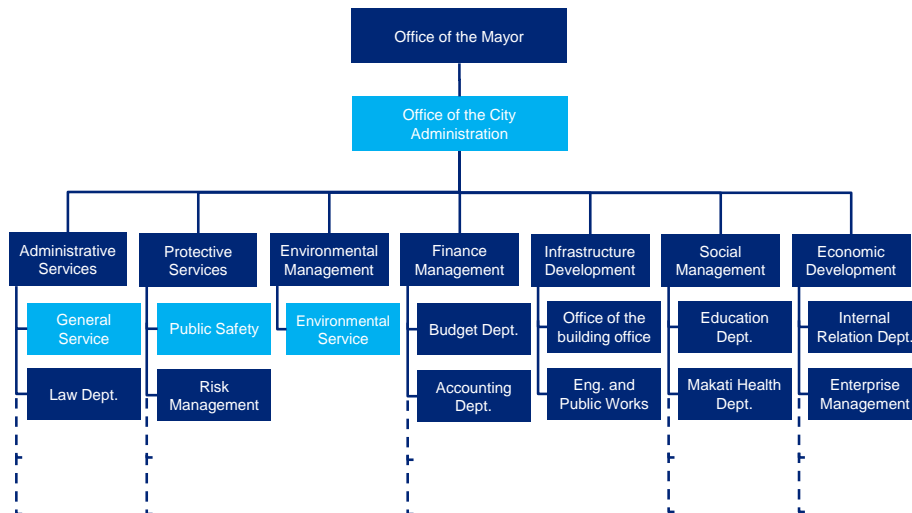
表 3 マカティ市における年間総浮遊粒子状物質（TSP）

	2006	2007	2008	2009	2010	2011
TSP $\mu\text{g}/\text{Ncm}$	153	141	158	106	158	132
% change	-15.47%	-7.84%	12.06%	-32.91%	49.06%	16.40%

出典：Comprehensive Development Plan 2013-2023 (Makati 21)

## イ 体制

マカティ市の組織図を図 6 に記載する。



注：   公共バスからの大気汚染防止に関連する組織

図 6 マカティ市の組織図

出典：マカティ市 website

公共バスからの大気汚染防止に関連する組織として、Office of the City Administration、Public Safety、General service 及び Environmental service の4つの部署が挙げられる。これら4部署は、本案件化調査後に実施を提案する予定である普及・実証事業での関連部署として想定しているが、4部署との協議の結果、

大気改善に対する取り組みを強化させたい意向を有していることを確認した。普及・実証事業実施に向けた Supporting letter および協議議事録（以下、M/M）へのサインにも協力的な姿勢を見せている。各部署の役割を表 4 に記載する。案件化調査におけるマカティ市の主担当は Public Safety の Arch. Elmer M. Cabrera であったが、普及・実証事業における主担当は、2016 年 5 月に選挙があることもあり、採択後に選出される市長を交えて協議する予定である。

表 4 マカティ市の関連部署とその役割

関連部署名	部門長	役割
Office of the City Administration	Ms. Ramila C. Cruzado	マカティ市の全体管理並びに部門間の調整を管轄
Public Safety	Arch. Elmer M. Cabrera	マカティ市内の交通管理を担当。交通管理に関して MMDA と連携、約 2,000 人のスタッフを抱える
General service	Ms. Viloy Lazo	マカティ市が所有する自動車（バス等）の整備を担当する Motor pool を管轄。信号機の管理や機材の調達
Environmental service	Mr. Danilo Villas	大気汚染対策、ごみ収集、温室効果ガス（GHG）管理、温暖化対策を担当

出典：マカティ市のヒアリングにより JICA 調査団作成

## ウ 予算

マカティ市の 2011 年の予算は前年に比べ約 1% 増加し、約 83 億フィリピンペソ（以下、PHP）であった。主な項目は、一般公共サービス、教育、健康およびインフラ整備等である。環境関連予算は、5.85 億 PHP であり全体の約 7% を占め、1-3-3（2）エで後述する大気環境改善に対する取り組みなどを実施している。また、バス事業を管轄する公共サービス部門は 18.87 億 PHP となっており、マカティ市の行政運営、立法、執行などに使用されている。

表 5 マカティ市における用途別歳出（単位 10 億 PHP）

SERVICE	2009	2010	2011
General Public Services	1.870	1.597	1.887
Education	1.581	1.312	1.473
Health	1.190	1.308	1.491
Social Welfare	0.234	0.216	0.235
Environment	0.551	0.541	0.585
Infrastructure	0.826	1.817	1.632
Protective Services	0.277	0.316	0.308
Economic Services	0.144	0.160	0.180
Other Purposes	0.419	0.910	0.465
<b>TOTAL</b>	<b>7.092</b>	<b>8.177</b>	<b>8.256</b>

出典：マカティ市の Annual Report 2011

## エ マカティ市における大気環境改善に対する取り組み

### ・自動車排気量に関する条例

大気浄化法 (Clean Air Act) の制定を受けて、2004 年にマカティ市は自動車の排ガスによる大気汚染抑制のために自動車排気管理条例 (City Ordinance No. 2004-32: Makati City Vehicle Emission Control Code) を制定した。この条例では、市内の路上取締りにおいて排ガス基準を満たさない車両に対して、初犯は 1,000 PHP、2 回目は 2,000 PHP、3 回目以降は 3,000 PHP の罰金を課して、基準値を満たすまでナンバープレートを押収することを定めた。しかしながら、厳しい取締りに対するドライバーからのクレームを受けて、この条例は 2013 年に中止させることになった。現在、マカティ市の Pollution Control Office が自主的に自動車の排ガス試験を実施しており、違反者には罰金を課していないとのことであった。

### ・大気質のモニタリング

マカティ市は DENR と協力して大気汚染レベルの測定・データ収集を目的に 2006 年からモニタリング活動を行っている。1-3-3 (2) アの表 3 に示すように、市内の大気中の TSP レベルは 106~158  $\mu\text{g}/\text{Ncm}$  を推移しており、大気環境改善に向けて対策は講じているもののフィリピン国家開発計画 2010-2016 で設定されている 90  $\mu\text{g}/\text{Ncm}$  を達成できていないのが現状である。

### ・GMS 社との提携事業

日本の自動車 IoT ベンチャーのグローバルモビリティサービス (以下 GMS 社) と低所得者 (BoP 層) を対象とした低炭素型車両提供サービスを実施している。

多くの市民がファイナンス機会を得られないことから、排出ガスの多い 2 ストロークタイプの二輪車や三輪車 (トライシクル) を使用され続けているなか、マイクロファイナンスを活用することで低炭素型車両 (4 ストローク車両、及び電動車両) への買い替えを促進させることで大気環境問題の改善と促進を目指すとして、両者は覚書を 2015 年 10 月に締結している。

この事業に対してマカティ市は予算を出していないが、事業の実施にあたり、必要書類の発行、サービス申込者のスクリーニング、金融機関への説明など、全面的にバックアップしており、本事業の実施に向けても支援が期待できる。

### ・植林活動

大気汚染による環境悪化を抑えるため、市内の緑化プロジェクトを実施している。総面積 8 ヘクタールに及ぶ市内の 12 の公園を保守・管理しており、2002 年から開始した植林活動により 2010 年の時点で累積数約 9 万本の樹木の植林を完了している。同時にマカティ市はこの植林活動と連携するため、4 つの種苗店の運営管理もしている。

#### 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

交通分野における ODA 事業の先行事例及び他ドナー事業概要を表 6 に記載する。インフラ整備のみならず、ソフト面の向上や環境配慮型自動車の導入など、様々な方法から都市環境の改善事業が実施されている。特に、渦潮電気株式会社の普及・実証事業は本案件と類似する点が多いため、先導事例として参考にしていく。

表 6 ODA 事業の先行事例

ドナー	事業名	受注者	期間	概要
JICA	電動三輪車自動車運行・維持管理サービスの普及・実証事業	渦潮電機株式会社	2015 年秋～	<ul style="list-style-type: none"> <li>自動車からの排ガスによる沿道の大気汚染の深刻化による更なる健康被害の危惧に対して、トライシクルに代わる電動三輪自動車導入による排ガス削減・環境改善を進め、持続的に運用可能な E トライシクルの事業モデルを実証する。</li> </ul>
JICA	道路計画管理（長期専門家派遣）	—	2012 年～2015 年	<ul style="list-style-type: none"> <li>公共事業道路省職員の道路計画策定、建設・維持管理にかかる能力が向上する。</li> </ul>
JICA	総合交通計画管理能力向上プロジェクト	株式会社アルメック VPI	2011 年～2015 年	<ul style="list-style-type: none"> <li>整備された交通データベースの更新を支援し、交通データベースの計画・運用・維持管理能力を向上させ、公共交通網計画策定へ活用を図る。これにより、マニラ首都圏の適正な公共交通網計画の策定に寄与する。</li> </ul>
Asian Development Bank (ADB) 及び Clean Technology Fund (CTF)	電動トライシクル導入事業	BEMAC (渦潮電機株式会社の現地子会社)	2018 年まで (5 年間)	<ul style="list-style-type: none"> <li>大気汚染防止と温暖ガス排出削減を目標に 10 万台の電動三輪車の現地製造しフィリピン全国に導入する</li> <li>低い運行コストによる収入の向上</li> <li>エネルギー省による ADB 及び CTF から 5.04 億 USD のローン</li> </ul>

出典：JICA 及び ADB ウェブサイトを基に JICA 調査団作成

## 1-5 対象国・地域のビジネス環境の分析

### 1-5-1 外国資本に関する出資比率・業種の規制

外国資本の投資が規制・禁止される業種は、1991年外国投資法（共和国法第7042号、1996年改正）に基づき、「ネガティブリスト」に記載される。ネガティブリストは以下の2つの分類があり、定期的に改定される。表7に第9次ネガティブリスト（2012年10月29日大統領署名）において、外国人による投資・所有が、憲法および特別法により、禁止・規制されている分野を示す。本事業は自動車修理・メンテナンスサービス事業であり、表中のa～fには該当しない。

表7 外国人による投資・所有が禁止・規制されている分野

外資比率	業種
a.外資参入不許可	レコーディングを除くマスメディア、専門職（エンジニア、医療関連、会計士、建築士、犯罪捜査など）、払込資本金額が250万USD以下の小売業、民間警備保障会社など
b.外資比率20%以下に制限	ラジオ通信網
c.外資比率25%以下に制限	雇用斡旋、国内で資金供与される公共事業の建設・修理契約（投資委員会（BOI）法に基づくインフラ開発プロジェクト等を除く）、防衛関連施設の建設契約等
d.外資比率30%以下に制限	広告代理店業
e.外資比率40%以下に制限	天然資源の探査・開発・利用、私有地の所有、教育機関の設立等
f.外資比率60%以下に制限	証券取引委員会（SEC）規制のフィナンシャル会社および投資会社

出典：第9次ネガティブリストを基に JICA 調査団作成

### 1-5-2 外国企業の土地の所有に関する規制

1987年憲法のもと、土地の所有は、フィリピン人およびフィリピン人が資本の最低60%を所有する株式会社などに限定されており、外国企業および外国人による土地の所有は認められていない。本事業では第5章に後述するが、パートナー企業の遊休地ならびに工業団地でのリースを検討しているため、土地の購入はしない見込みである。

### 1-5-3 資本金に関する規制

株式会社に課せられる資本要件は、授權資本の最低25%相当の株式を引き受け、その引受株式の最低25%を実際に払い込んでいること、かつ払込資本金額が5,000 PHP以上であることである。国内市場向けの場合、外国資本が40%を超える会社の

最低払込資本要件は 20 万 USD である。この会社が先端技術を有するか、あるいは 50 人以上を直接雇用する場合は、最低払込資本要件は 10 万 USD となる。さらに、金融業（銀行・保険）や小売業に属する会社には、当該事業を規制する特別法や施行細則に基づく最低払込資本要件が適用される。本事業は国内市場向けかつ外国資本が 40%を超えるため、最低払込資本要件は 20 万 USD になる見込みである。

#### 1-5-4 投資優遇

投資の方法につき、フィリピンにおける投資委員会（BOI）の投資優先計画で規定している一定の条件を満たした場合、図 7 のようなインセンティブが付与される。投資優先計画が規定する優遇措置対象分野の一つに自動車分野があるが、輸出向けの製造業を対象としているため、国内市場向けのサービス業である本事業は投資優遇は適用されない見込みである。

優遇措置の対象 BOI(BOI)法に基づく場合も同様	BOI(BOI)法に基づく場合も同様	FEZA 登録企業	スービック自由港登録企業	クラーク特別経済区登録企業	オローラ特別経済区登録企業	地域統括本部(ERDC)	地域経営統括本部(ROHO)	地域統括倉庫(ERW)
主要な税制優遇措置								
法人税免除(新規 4~6 年間、最長 8 年間まで延長可)	○	○						
特別税(国税、地方税が免除。代わりに 5%の総所得税を賦課する)			○	○	○			
法人税免除終了後の特別税(国税、地方税が免除。代わりに 5%の総所得税を賦課する)		○						
関税や VAT などの免税	○	○	○	○	○	○	○	○

図 7 フィリピンの各種投資優遇措置別主な税制優遇措置

出典：国際協力銀行（JBIC）フィリピンの投資環境 P78



## 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・技術の特徴

#### 2-1-1 業界分析

##### (1) 自動車登録台数の推移

1-1-3において、自動車登録台数（ストック）は、769万台に達していることを示したが、自動車情報や免許などを管理しているLTOは車種別の登録台数を表7のとおり公開している。これによると、本調査において適用対象であるバスの登録台数は2013年で32,000台程度となっている。また、LTOへのヒアリングによると、マニラ首都圏でのバスの運行台数はおよそ10,000台程度とのことである。

表8 車種別の自動車登録台数

タイプ		2011	2012	2013
普通車	新規登録	61,743	70,344	73,651
	更新	766,844	781,911	794,497
	合計	828,587	852,255	868,148
UV	新規登録	96,102	104,689	113,872
	更新	1,652,300	1,666,621	1,680,700
	合計	1,748,402	1,771,310	1,794,572
SUV	新規登録	39,999	42,165	46,535
	更新	244,100	268,356	299,861
	合計	284,099	310,521	346,396
トラック	新規登録	20,643	19,834	23,702
	更新	308,742	321,738	334,743
	合計	329,385	341,572	358,445
バス	新規登録	3,474	1,930	2,946
	更新	31,004	31,656	28,719
	合計	34,478	33,586	31,665
MC/TC	新規登録	1,052,863	1,046,228	1,140,329
	更新	2,828,597	3,070,462	3,110,338
	合計	3,881,460	4,116,690	4,250,667
Trailer	新規登録	3,071	4,378	4,765
	更新	29,460	33,081	35,380
	合計	32,531	37,459	40,145
Subtotal	新規登録	1,277,895	1,289,568	1,405,800
	更新	5,861,047	6,173,825	6,284,238
Total		7,138,942	7,463,393	7,690,038

出典： Statistics Section MID, LTO, DOTC (2013)

新車の販売に関する動向として、NNA Philippines の記事によると、2015 年 1 月～10 月の新車販売台数が前年同期比 22.4%増の 234,951 台であり、特に大型商用車は同期 156.5%増 (2.6 倍) の 985 台であったとしている。さらに、日野モーターズフィリピンは年生産能力を 1.5 倍 (2,000 台から 3,000 台) に引き上げる計画があることを明らかにしている。または、Manila Bulletin によると、Isuzu Philippines Corp が 30%増産しており、2015 年の第 1 四半期の売上げは前年同期に比べて 54%伸びていると伝えている。業界関係者は好調な不動産やインフラ開発に伴ってトラックの販売が伸びていると指摘している。

一般乗用車については、DENR の大気浄化法改正に対応して、EURO4 対応の新車が増えている。NNA News ニュースによるとホンダ・カーズ・フィリピンは、フィリピンで販売する全 12 車種 (シティ、モビリオ、HR-V 等) が EURO4 を満たしたとする認定を、DENR から得ている。

このようにトラックや一般乗用車では新車販売が伸びているものの、バスについては、依然として中古車が大半を占めていることから、バスエンジンの改良を行う本事業への影響は、大きくないものと考えている。

## (2) バス運行事業者・エンジンメンテナンスの実態

1-2-2 で述べたとおり、マニラ首都圏では、約 1 万台のバスが運行しているが、バス運営会社は約 1,000 社あり、一社あたりのバス平均保有台数は 10 台と零細な会社が多い。零細のバス事業社では、日本等で利用を終えた中古バスを購入するケースが一般的である。一方で、保有台数 100 台を超える有力バス事業社もあり、こうした有力事業社であっても中古バスを海外から購入し、外装を新しくして使用しているため、多くのバスは中古である。

エンジンメンテナンスに関しては、予防保全的なメンテナンスを行われておらず、ほとんどが故障後の事後対応となっている。メンテナンス要員の技術不足・絶対数不足、教育・マニュアル化不足、ならびに整備の重要性についての認識不足から、整備不良の状態のバスが多く、故障するまで利用を継続するケースが多い。また、コクカがこれまでのフィリピンでの事業を通して把握できたエンジンメンテナンス工程における技術課題の実態は 1-2-2 の図 5 に示した通りである。予防保全を実施しないだけでなく、エンジン部品の交換、エンジンの分解、主要部の運動測定、エンジン組立、パフォーマンスの確認、修理履歴の共有の各プロセスにおいても、十分に対応できていない。従って、エンジン製造メーカーの基準に準拠したエンジンメンテナンスはほとんど行われていないことが実態である。

## (3) 燃料価格の動向

国際的な原油価格の変動並びに燃料補助金の影響を受けて、燃料の小売価格の変動が大きくなっている。軽油については、2014 年 9 月時点では 45 PHP 程度であったものが、2015 年 9 月時点では 27 PHP 程度に下落している。コクカの技術である DDF 化後には、LPG 燃料も使用するが、2014 年 9 月時点では 35 PHP 程度であったものが 2015 年 9 月時点では 23 PHP 程度に下落している。また、DENR の大気浄化法改

正では、燃料についても 2015 年 7 月以降の EUROIV 基準準拠を定めているが、2016 年 1 月現在、EUROIV 対応の軽油燃料価格は、通常の軽油燃料の 2 倍弱の価格水準であった。

## 2-1-2 提案製品・技術の概要

### (1) 提案製品・技術の特長

提案企業であるコクカは、1973 年に株式会社化して以来一貫して内燃機関ならびプラント部品の加工修繕サービスを主たる業務としている。特に以下の 3 つの分野で、優れた技術を有しており、この分野の技術をクロスオーバーすることにより、加工能力を効率化し、タイムリーな加工サービスの提供に努めている。

- ① 自動車（四輪、二輪）、産業用及び船舶用内燃機関のエンジンパーツ加工修繕、及びエンジン再生技術ならび常用・非常用発電設備等のオンサイト整備
- ② 金属溶射技術（金属表面処理加工）による産業用機械部品の再生・機械加工
- ③ 内燃機関パーツ加工修繕専用機販売、輸入車輛診断機等を用いたサービスプロバイダー事業（完成車メーカーのアフターサービスのアウトソーシング対応）

いわゆる労働集約型のサービス業であり、内燃機関・回転体の維持・改善・延命化に対するあらゆるニーズに対して外注することなく、迅速・柔軟・高品質に対応することが出来る高い技術力を持つ。よって、中京圏の官公庁や国内大手企業から「困ったときのコクカ」として長年にわたり頼りにされている。

今回活用を予定している技術は、その中でもバスのディーゼルエンジンの DDF 化とそれに伴うオーバーホールの技術である。Diesel Dual Fuel (DDF) とは軽油着火型ガスエンジンを意味する。軽油と LPG を電子制御によってそれぞれの噴射割合を自動調整し、同時噴射することによって燃費向上、二酸化炭素 (CO<sub>2</sub>) 削減やその他の排出ガス (NO<sub>x</sub>、一酸化炭素 (CO)、全炭化水素 (THC)、粒子状物質 (PM)) を大幅に減少させるシステムである。通常のディーゼルエンジンに、ガスボンベとガス噴射制御装置（エンジンコントロールユニット（以下、ECU）、レギュレータ等）を装着することで改変することが可能である。図 8 に DDF 化イメージを示す。



図 8 DDF 化イメージ

出典：JICA 調査団作成

DDF 化技術は、日本においてあまりポピュラーではなく、普及率は低い。その理由としては 2008 年に施行された、NO<sub>x</sub>・PM のディーゼル排出ガス規制で旧型ディー

ゼル車の使用が都市部で制限された事で、各トラック・バスメーカーが、DDF 化を一気に通り越して、直噴型（コモンレール噴射装置）希薄クリーンディーゼルエンジンを市場に次々と導入したためである。コカカの国内における DDF 化実績は 10 台である。

DDF 化には 50～100L 程度のガスボンベの設置が必要となるが、通常、バスには後部下側に余剰スペースがあり、取り付けに問題は発生しない。また、LPG が新たな燃料として必要となるが、マニラのタクシー等は LPG 化されており、既に LPG 供給インフラが整っている。エネルギー省の 2013 年の公表データによると、全国に 218 箇所整備され、その内 137 がマニラ首都圏に設置されている。その他、ビサヤに 45、ミンダナオに 27、ルソンに 9 箇所整備されている。また、その他の燃費改善手段として、LPG 化や圧縮天然ガス（CNG）化が考えられるが、DDF 化に比べるとエンジン本体の改修項目が多い（点火プラグ・燃焼室等）ため改修コストが 200 万円程度になること、ディーゼルエンジンの持つ高トルク性能や耐久性が損なわれることから、大型で高重量・高使用頻度の公共バスに適さない。

## （2）製品・技術のスペック

コカカによる DDF エンジンの排出ガス試験結果を図 9 に示す。比較対象の通常のディーゼルエンジン（EURO I 基準）に対して、NO<sub>x</sub> で約 40%、CO で約 90%、THC で約 35%、PM<sup>6</sup> で約 70%の削減が得られた。また、DDF 化することにより、燃費を約 15%程度向上させることが可能である。

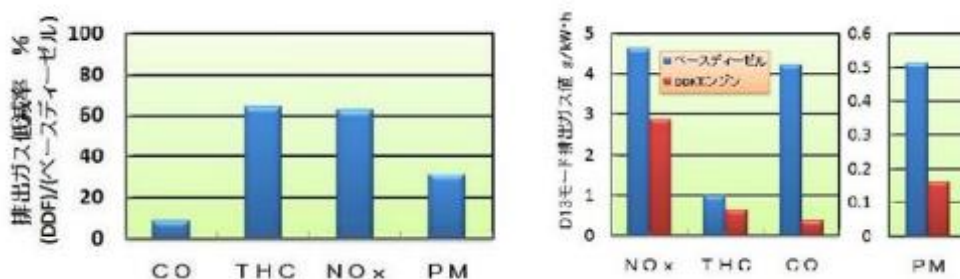


図 9 DDF エンジンの排ガス試験結果

出典：JICA 調査団作成

## （3）製品・技術の価格

既存で活用中のバスのディーゼルエンジンに、DDF 化装置を装着することで、比較的簡易に改変が可能である。表 9 に DDF 化に係るコストを示す。なお、工期はエンジンの状態にもよるが、一般的なエンジンの型式であれば 2～3 日程度である。

<sup>6</sup> PM は、フィリピンの国家開発計画における大気汚染対策における重要項目である TSP の一部をなす。

表 9 DDF 化概算費用

1	ガス噴射制御装置	1 式	¥650,000
2	ガスボンベ	1 式	¥100,000
3	取付改造費・調整費用	1 式	¥150,000
1 台当たり DDF 化概算費用			¥900,000

注：対象バスエンジン日産ディーゼル FE6 排気量 7000cc

出典：JICA 調査団作成

#### (4) 国内外の販売実績

##### ア 工場環境改善プロジェクト

マニラ首都圏のフィリップモリス現地工場内で使用されているガソリン駆動フォークリフトの LPG 化を通じた排出ガス低減による工場内環境改善プロジェクトを実施した実績がある。現地協力工場から開発依頼を受け、対象となる 1.5 トンのフォークリフトのエンジン排出ガス調査を行い、規定値以上の排出ガスが検知されたエンジンは、緒元に基づきエンジン再生を推奨した。エンジン再生にあたっては、エンジンと油圧駆動部を分離し、改造工程短縮の為にモジュール化を提案し、その結果リード時間の短縮、トータルコストの低減を実現した。この際、フィリピンという国情を考慮し、低コストで環境改善に貢献することが可能となった。

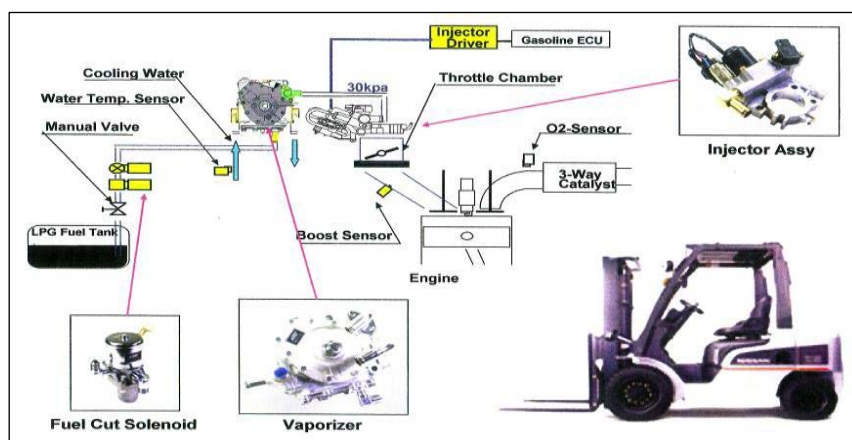


図 10 工場環境改善プロジェクト

出典：JICA 調査団作成

##### イ ジープニー用 LPG エンジン開発プロジェクト

マニラ首都圏で走行するジープニー「乗合ミニバス」のエンジンを LPG 化し、代替エネルギーの促進と都市環境改善を図るパイロットプロジェクトを実施した。実証実験用に現地協力工場からジープニー用 LPG エンジン開発依頼を受け、LPG エンジンの試作提案を実施した。ジープニーの構造的問題点をヒアリングを通して把握し、改造コストならび維持・管理のし易さを含め検討し、実現可能な総合提案をまとめ試作品を納入した。



写真 2 ジープニーのLPG化

出典：JICA 調査団作成

### 2-1-3 競合他社製品と比べた比較優位性

DDF化する他に、エンジンのクリーン化の方法としては、エンジンそのものをコモンレール方式のクリーンディーゼルエンジンに入れ替えてしまう方法がある。しかしながらエンジンそのものの入れ替えとなるため、既存エンジンにDDFキットを後付けするDDF化に比べると割高となり、そのコストは表10のとおり、DDF化を比べ4倍程度の水準となる。つまり、DDF化は、少額の投資で排ガス改善・燃費向上を図ることができる、途上国向けの技術であるといえる。また、DDF化の環境性能はEUROⅢ基準に相当するが、先般改定された大気浄化法における「使用中のHeavy Duty Vehicle」カテゴリの排ガス規制にも対応している。なお、これまでのコカカの日本におけるDDF化実績は10台である。

表 10 各エンジンの環境性能・コスト比較

	通常ディーゼル	DDF	クリーンディーゼル
燃料	軽油	軽油+LPG	軽油
環境性能	EURO I 基準	EUROⅢ基準	EUROⅣ基準以上
改修方法	基準	装置+ポンベ装着	エンジンの入れ替え
コスト	基準	+90万円程度	+400万円程度

出典：JICA 調査団作成

また、DDF化を行うサービス要員の品質の高さも競合他社に比べた比較優位として挙げられる。コカカでは、労働集約型サービス業でありながら、少数精鋭化を行い、各部門で高い生産性と内製化比率を維持し、迅速かつ柔軟にエンジンの加工修繕等に関するあらゆる顧客ニーズに対応している。その理由は下記の通りである。

- ① 強固な財務体質による安定経営と顧客補償の担保
- ② 部門間のクロスオーバー化と連携強化
- ③ 従業員の多能工化



- ④ 「長年の経験と勘の数値化」と「熟練工の技のマニュアル化」を推進し、若手従業員の働きやすい環境の整備
- ⑤ 加工技術の向上の為、専用機の登用と加工設備の定期更新
- ⑥ メーカーサービス研修・各種資格講習への参加
- ⑦ 他サービス工場で断られるような高度な依頼に対する積極的対応に基づくノウハウの蓄積

上記取組を積極的に行うことにより、技術に対して真摯に向き合い、指定納期内に、顧客目線で柔軟かつ質の高いサービスと再生ソリューションの提供を行っている。

#### 2-1-4 採算性・経済性分析

本案件化調査において、パイロット的に民間のバスを1台 DDF 化しているが、DDF 化前後の計測結果等をベースに、DDF 化を行った場合の利用者にとっての経済的メリットの算出を行った。その結果を図 11 に示す。

##### 【前提条件】

1台当たりの年間走行距離	96,000 km	Provincial Operationの場合(1日400km程度、年間240日程度)
燃費(整備前)	3.19 km/L	走行データ・燃料給油データに基づき計算
燃費(整備後)	4.26 km/L	DDF化後の走行試験結果
軽油価格	69.82 円/L	2015年9月の市価を基に算出(26.75ペソ×2.610円/ペソ)
LPG価格	60.68 円/L	2015年9月の市価を基に算出(23.25ペソ×2.610円/ペソ)
DDF化後の軽油とLPGの混合割合	0.568 L/L	軽油:LPG = 20.8:15.8 (液体体積ベース)
整備ならびにDDF化に要する費用	1,200 千円	整備30万円、DDF化90万円

##### 【試算結果】

整備前					
軽油使用量	96,000 km	÷	3.19 km/L	=	30,094 L
軽油費用	30,094 L	×	69.82 円/L	=	2,101 千円
整備後					
軽油使用量	96,000 km	÷	4.26 km/L	×	0.568 = 12,807 L
軽油費用	12,807 L	×	69.82 円/L	=	894 千円
LPG使用量	96,000 km	÷	4.26 km/L	×	0.432 = 9,728 L
LPG費用	9,728 L	×	60.68 円/L	=	590 千円
整備後のトータル費用	894 千円	+	590 千円	=	1,484 千円
削減効果(1台・1年あたり)					
軽油使用量	30,094 L	-	12,807 L	=	17,287 L の削減
LPG使用量	0 L	-	9,728 L	=	-9,728 L の削減
燃料費	2,101 千円	-	1,484 千円	=	617 千円 の削減
単純投資回収年数	1,200 千円	÷	617 千円	=	1.95 年

図 11 バス 1 台あたりの DDF 化の経済的メリット

出典：JICA 調査団作成

DDF 化ならびにエンジンオーバーホールのために初期費用として 120 万円程度必要となるものの、燃費向上により燃料使用量が低減し、2015 年 9 月時点の燃料価格（軽油 26.75 PHP/L、LPG23.25 PHP/L）を用いて算出すると、年間 60 万円程度の燃料費用低減につながる結果となった。その結果、単純回収年数は約 2 年となり、DDF 化時点で残存耐用年数が 2 年以上ある場合は、利用者にメリットが出る計算結果となった。なお、単純回収回数年数は燃費改善効果・燃料価格・年間航続距離によって変動する点に留意する必要がある。

また、DDF 化を行うことによるメンテナンスコストの増については、LPG フィルター交換、LPG レギュレータ交換およびスパークプラグ交換に伴うコストで、年間 5 万円程度と少額である。



## 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 海外進出の目的

コクカは1973年の会社設立以来一貫して内燃機関ならびにプラント部品の加工修繕サービスを主たる業務として現在に至っており、上場完成車メーカー等、優良な顧客と長期にわたり安定的な関係を構築し、着実な業績を挙げてきた。そのような中、日本の自動車業界は世界各国に進出しており、完成車メーカーからは製造に関わる企業だけではなく、アフターサービスに関連する企業についても、現地進出への要望が高まってきており、そのアウトソーシング先として広範なサプライチェーンの一翼を担いたいと考えている。

また、安定的な国内事業による新事業への投資余力があるうちに、更なる成長ドライバーとして海外展開に注目し、2007年からフィリピンでのサービス展開検討を進めてきているところである。前述のとおり2つプロジェクトの販売実績があるなかで、今後さらに海外展開を進めていくことで、後継者ならびに従業員にとって魅力ある企業として存続していきたいと考えている。

### 2-2-2 海外展開の方針

現地パートナー企業との合弁で現地法人を設立し、公共バス会社に対してDDF化サービスとそれに付随する形でエンジンメンテナンスサービスを提供する。DDF化サービスによって獲得した顧客を、定期メンテナンスサービスを利用するリピーターにしてゆくことを狙う。

また、案件化調査ならびに普及・実証事業に関連するステークホルダーが、潜在顧客に対して影響力を有している省庁系機関であるため、公共バス会社に対してエンジンのDDF化が推奨されるように、普及・実証事業におけるセミナーや実証活動等を通じて関係を構築する。

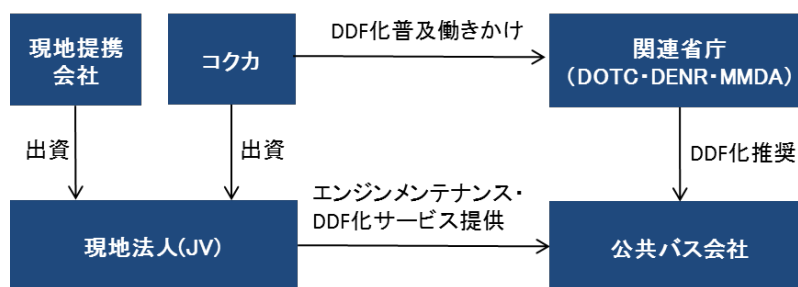


図 12 ビジネス展開の概要

出典：JICA 調査団作成

### 2-2-3 海外展開を検討中の国・地域・都市

まずは、既に拠点のあるフィリピンマニラでのビジネス活動を展開していく。事業が軌道に乗った際には、マニラにおけるサービス対象をトラック等を追加して業容拡大を図りつつ、フィリピン第二の都市で観光の盛んなセブ島についても、展開を検討する。更にフィリピン以外で日本の中古車が多く普及している東南アジア各国（ベトナムやミャンマー等）への事業展開についても検討を行う。

### 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

コクカが海外進出を行うことによって、我が国地域経済に対して以下の点で貢献できると考えている。

- ・地域企業のアジア成長市場へのビジネス進出モデルとなる

自動車産業は、極めて広範なサプライチェーンを構成しているものの、アフターサービスに関連する企業についての海外進出はまだまだこれからの段階である。コクカが進出モデルとなることで、例えばエンジン系だけでなく駆動系のメンテナンス企業等の海外展開も喚起・促進される。また、自動車産業の製造品出荷額が全国の41.3%を占め<sup>7</sup>、約1,700の自動車部品・付属品製造メーカー（全国の21.9%）が位置する<sup>8</sup>愛知県において、フィリピンへの部品輸出や部品加工などに派生するコクカ事業と連携することによって、地域の中小・零細サービス企業にも海外展開のチャンスが生まれる。

- ・新たな雇用・業務が創出される

上記に連動し、コクカならびに海外展開企業の雇用が創出される。コクカは、JICA 中部事務所の支援の下、フィリピンへの事業展開に向けて、技術教育技能開発庁 (TESDA) で活動経験を有する青年海外協力隊 OB を 2015 年に採用しており、今後も採用を継続して検討していく予定である。また、自動車部品・加工メーカーも多い中京地区において、コクカによる海外進出事業から派生するフィリピンへの部品輸出や部品加工などの2次的サービス需要が創出される。

- ・海外からの来訪機会が創出される

コクカが技術員を研修受入することにより、海外から地元への訪問機会が創出され、コクカと取引のある地元企業との情報交換を通して、さらなる新事業創出の機会が生まれる。

---

<sup>7</sup> 愛知県「あいち産業と労働 Q&A 2015」

<sup>8</sup> 経済産業省「平成 25 年 工業統計表」

## 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

##### 3-1-1 DDF 化バスの情報

本調査において、民間所有の路線バス（HM Transport Inc.）をパイロットとして DDF 化作業を行った。HM Transport Inc. は 300 台のバスを有し、マニラ首都圏南部郊外（Laguna）からマニラ首都圏へバス運行サービスを提供している。なお、HM Transport Inc. の社長はフィリピン第 2 位の規模を誇る民間バス協会である南部ルソンバス協会（Southern Luzon Bus Operators Association: (SOLUBOA)）の会長であり、また元国会議員であるため知名度が高く、他のバス事業者への影響協力が大きい人物である。図 13 に示すように、DDF 化したバスは 2009 年に登録され、日産ディーゼルの 1993 年製造のディーゼルエンジンを搭載している。

Contents	
Year model	2009
Engine model	FE6049055B (Nissan diesel)
Fuel type	Diesel (non turbo)
Service type	Provincial operation
Emission test (light absorption, m <sup>-1</sup> )	2.111 (Failed in Aug. 2015)
Fuel efficiency, km/L	3.194 (Jan - Jun, 2014)




図 13 DDF 化バスの概要

出典：JICA 調査団作成

2015 年 8 月に、条例で行われている排ガス試験を排ガス試験センター（以下、ETC）で実施した。その結果、光吸収係数は  $2.111\text{m}^{-1}$  となり、基準値を超え『Failed』となった（図 14）。この結果を受けて、このバスは運休扱いとなった。



図 14 DDF 化バスの排ガス試験（DDF 化前）

出典：Emission Testing Center

### 3-1-2 Pilot バスの DDF 化

HM Transport から提供されたバスの DDF 化を実施した。一連の作業は JICA 調査団の DDF 化エンジニアの指揮のもと、現地提携会社（Philippine Automotive Depot Inc.）のフィリピン人スタッフの支援により実施した。DDF 化後に排ガス試験を行った。

### 3-1-3 DDF 化バスの走行試験

DDF 化前後の燃費改善を比較するために、DDF 化後に Sucat LPG Station と Sta. Cruz Laguna terminal 間往復の走行試験を実施した。DDF 化前のデータは 2014 年 1 月～6 月の運行時の走行距離と燃料消費量を活用した。

### 3-1-4 技術の紹介

DENR とのセミナーの共催を通して、DDF 化技術の紹介、Pilot DDF の結果報告、普及・実証事業における活動内容、DDF 化バスのデモンストレーション等を行った。参加した民間バス会社の印象を把握するために、アンケート調査を実施した。

### 3-2 製品・技術の現地適合性検証

#### 3-2-1 DDF 化技術の調査・検証結果

本パイロットにおける DDF 化プロセスを図 15 に示す。DDF 化はまずエンジンを購入時の状態へ戻すためにオーバーホールを実施し、エンジン・LPG タンクの設置、LPG・DDF キットの取り付け、空燃費（マッピング調整）を実施した。DDF キットは日本より、LPG タンクは現地より調達した。マッピングの微調整はドライバーから出力のフィードバックを受けながら実施した。



図 15 DDF 化プロセス

出典：JICA 調査団作成

その後の、ETC にて、排ガス試験を行った。光吸収係数（light absorption coefficient）を計測した結果が  $1.033\text{m}^{-1}$  となり、排ガス規制  $2.000\text{m}^{-1}$  をクリアしたため、図 16 に表示の通り『Passed』の証明書が発行された。

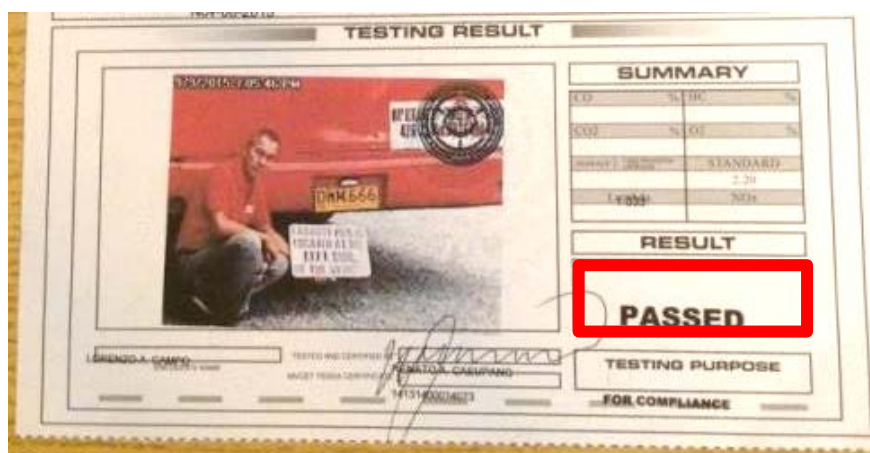


図 16 排ガス試験結果

出典：Emission Testing Center

その後、走行試験を行い、以下のルートを往復し走行距離と燃焼消費量から燃費が改善した旨を確認した。DDF 化前は HM Transport から提供された運行データ（走行距離 29,131km と燃料消費量 9,120.19L）から 3.194km/L と算出された。DDF 化後は、表 11 に示すように、距離合計 155.9km、燃料消費量（ディーゼルが 20.8L・LPG15.8L）、燃費は 4.26km/L となった。なお、燃料代は、DDF 化前（燃費 3.194km）の場合 1,305PHP と試算されたが、DDF 化後は 923.75PHP となった（両金額とも 2015 年 11 月 13 日のディーゼル及び LPG 販売価格を利用）。

表 11 走行試験結果

ルート（往復）	距離(km)	走行時間	燃料消費量	燃料費
Sucat LPG Station - Sta. Cruz Laguna Terminal	155.9	4h27min	Diesel 20.8L LPG 15.8L	923.75 pesos (Unit Price: -Diesel 26.75PHP/L, -LPG 23.25PHP/L)

出典：JICA 調査団作成

以上の「DDF 化・オーバーホール前」と「DDF 化・オーバーホール後」における排ガス試験と走行テストの結果を表 12 にまとめる。ETC での排ガス試験は光吸収係数が  $2.111\text{m}^{-1}$  から  $1.033\text{m}^{-1}$  へ半減し、排ガス規制の  $2.000\text{m}^{-1}$  をクリアした。また、DDF 化前の 3.19km/L から 4.26km/L へ大幅な改善が見られ、当初のターゲットであった 4.0km/L を超えた。

表 12 DDF 化前後のエンジンパフォーマンスの比較

項目	DDF 化前	DDF 化後	ターゲット
排ガス試験 (Light absorption, $\text{m}^{-1}$ )	2.111	1.033	2.000
燃費 (km/L)	3.19	4.26	4.00

出典：JICA 調査団作成

また、上記の実験データが出揃った 11/25（水）に DENR においてセミナーを開催した。セミナー概要を表 13 に示す。

表 13 セミナーの概要

名称	Seminar on “Future Project for the Dissemination of Diesel Dual Fuel (DDF) Technology for the Improvement of Urban Environment and Fuel Efficiency of Public Buses in Metropolitan Manila”
日時	2015 年 11 月 25 日 13:30～16:30
主催者	DENR・株式会社コクカ共催
概要	開会挨拶 マニラ首都圏の大気汚染の現状と環境規制について (DENR) 本プロジェクトの概要 (JICA 調査団) DDF 技術の概要 (JICA 調査団) DDF のパイロットテスト結果 (HM Transport Inc.) DDF バスのデモンストレーション 閉会挨拶
参加者	省庁 (DENR・LTFRB・LTO・DTI・DOST・DOE) 自治体 (マカティ市・ケソン市) 大学 (UP) 民間バス事業者
会場	DENR セミナールーム

出典：JICA 調査団作成

写真 3 は DDF バスをセミナー会場の DENR まで持込みデモンストレーションを行った様子を表示している。



写真 3 DDF バスのデモンストレーション

セミナーへの参加者総数 51 名であった (フィリピン側 42 名、日本側 9 名)。その内 15 名は DENR ならびに DENR 関連機関からの参加であり、次に多かった参加者は民間のバス事業者であり 7 名の参加があった。9 名は自治体 (マカティ市・ケソン市) からの参加であった。



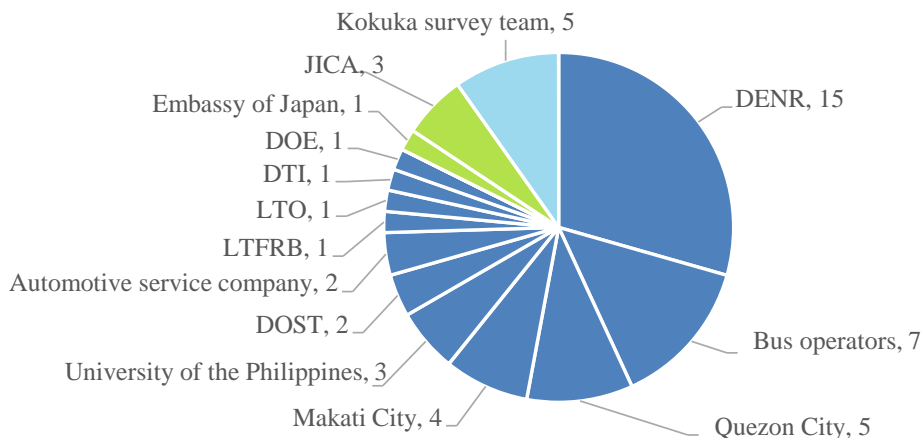


図 17 セミナーへの参加者内訳

出典：JICA 調査団作成

セミナーにおいては、アンケート調査も行っている。その結果は、3-3において後述する。

### 3-2-2 DDF 化技術の適合性

#### (1) 法的適合性

##### ア 大気浄化法 (DENR 所管)

1-3-2(1)に記載のように、自動車排ガス基準の改正 (DENR Administrative Order No. 2015-04) により、新車に対しては 2016 年 1 月以降 EUROIV 基準に、2008 年以降に登録された中古車に対しては EUROIII 相当 (CO: 0.5%(by vol.), HC: 250ppm および光吸収係数 2.0) になるが、DDF 化技術は 3-2-1 の図 16 に示すように、改正後の基準に適合している。

##### イ 15 年フェーズアウトルール (DOTC 所管)

1-3-2(2)に記載のように、登録後 15 年経過したバスが運行できなくなる。DDF 化技術に対する直接的な規制ではないが、DDF 化後の使用年数に大きく影響してくるため、DDF 化後のメリットを活かすためには投資回収年数をさらに短くする取組が必要となる。

#### (2) 経済・社会的適合性

パイロットの結果では投資回収は 2 年となっており、経済的にも社会的にも受け入れ可能な結果となっているが、セミナーでの民間バス会社からの意見を考慮するとコスト削減が望まれているため、コスト削減を図り、適合性を高めていく必要があることを確認した。そこで、2016 年 1 月の渡航では、パイロット DDF バスの最適化を図るため、ドライバビリティ、燃費効果及び排ガス改善を考慮しながら 25% の燃料噴出量カットの調整を行ったところ、マッピングの完成度を高められた。

普及・実証事業では、DDF のモジュール化、異なるエンジン型式に対する同様の



噴射ポンプセットやマッピングの適合性について検討し、DDF 化作業の簡素化及び DDF 化期間の短期化を実現させ、現地仕様に応じたサービスの最適化を図っていく。

また、フィリピン社会への DDF 化の普及に関しては、政府機関との連携、DDF 化技術に触れる機会の提供、そして、機能維持の経済的・安全的メリットの提示による予防保全文化の定着を考慮していく。

### (3) 品質・性能の適合性

#### ア 環境技術実証

フィリピンでは科学技術省（以下、DOST）が、環境上適正な技術やクリーン技術の普及、かつ購入者に対してその性能に関する客観的評価を提供し人々の健康や環境を保全することを目的として、環境技術の実証・認証制度 Environmental Technology Verification（以下、ETV）を導入している。これにより、フィリピンへ環境技術を新たに導入する場合、DOST 傘下の産業技術開発研究所

（Industrial Technology Development Institute: 以下、ITDI）が指定する申請書（Application Form）に必要事項を記載の上、ITDI へ提出し、認証を受ける必要がある。申請書には、申請者情報、製品情報、ETV 政策の認知、製品の性能、製品に掛かる規制及び特許情報を記載し、申請料として 8,500PHP 支払う。ETV プログラムの実施プロセスを図 18 に示す。

DDF 化技術は ETV の認定対象となる環境技術であるということを示すことも可能であり、図 18 に示す申請を行うかどうかは普及・実証事業において検討する。

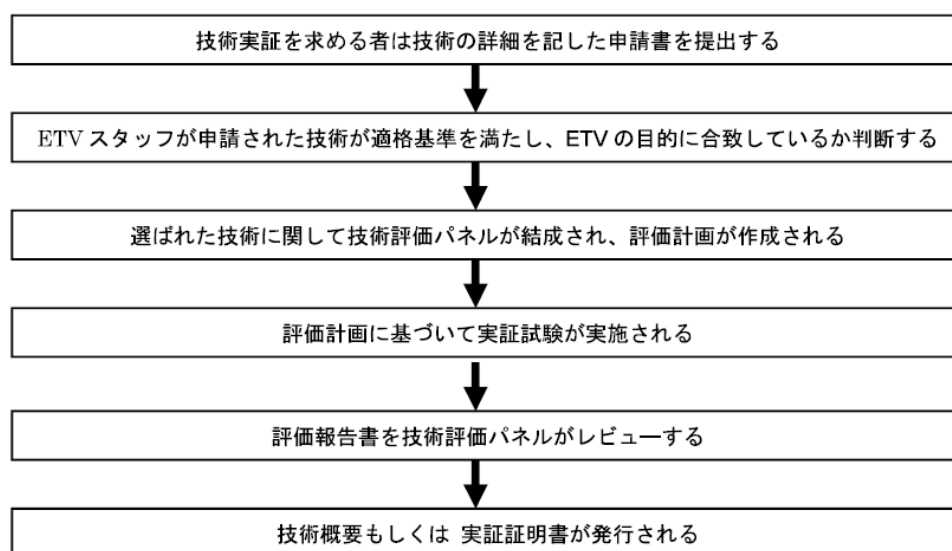


図 18 ETV プログラムの実施プロセス

出典：ITDI を基に作成

#### イ 安全・品質規格

フィリピンで販売される製品が安全・品質を規定するフィリピン国家規格（Philippine National Standards）に適合していることを証明するために、輸

入事業者または現地代理人は輸入商品許可証 (Import Commodity Clearance: 以下、ICC) の発給を受ける必要があり、フィリピン国内メーカーはフィリピン規格 (Philippine Standard: 以下、PS) 認証を取得する必要がある。ICC 及び PS 認証は DTI (通商産業省) 傘下の製品規格局 (Bureau of Product Standards: 以下、BPS) により管理されている。

DDF 化事業で用いるレトロフィット型 LPG システムの輸入に関して BPS へのヒアリングしたところ、適用される ICC ガイドラインは存在しないため、PS 認証への申請が必要となるとの助言を受けた。そのため、以下の手続きを普及・実証事業時において申請する予定である。手続きの詳細に関しては、省令 (DAO) No. 4 series 2008 に定められている。PS 認証は、通常 3 年間有効であり、少なくとも年 1 回の審査訪問の対象となる。手続きは以下の通りである。

1. BPS が認可する検査機関を指定する。
2. 国際標準化機構 (ISO) 9001:2000 に従い申請会社の品質管理システムが検査される。
3. 検査実施ガイドラインに従って製品の試験結果が評価される。
4. 安全・品質規格に適合した場合は PS 認証を受ける。不適合となった場合は 3 か月以内に修正し、再度 1 か月間の検査を受ける。

特に問題がなかった場合、1 から 4 までの手続きで 1 か月程度の時間を要する。申請から承認にかかる費用を表 14 に示す。

表 14 PS 認証の申請にかかる主な費用

項目	費用 (PHP)
1. Application form	300
2. Quality manual review	5,000
3. Audit per Man-Hour	100-500 (depending on asset size)
4. Original license fee	5,000-12,500
5. Annual license fee	2,500-6,250
6. Testing fee	試験室より提示

出典：BPS

### 3-3 製品・技術のニーズの確認

2015年11月25日開催（第3回目の現地渡航）のセミナーにおいて、参加者に対しアンケートへの回答の協力を依頼したところ、21名から回答を得た。その内訳は自治体や大学10名、民間バス会社5名、DENR2名、DOTC2名、その他2名であった。

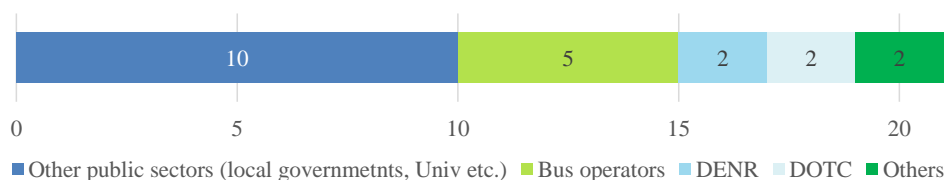


図 19 アンケート回答者の内訳

出典：JICA 調査団作成

普及・実証事業への展開を期待するかどうかについては、75%以上が期待すると回答した。その理由として、DDF化サービスの低コスト化より多くのバス会社への導入が期待される声や大気質改善に向けて事業実施をサポートするという意見もあった。

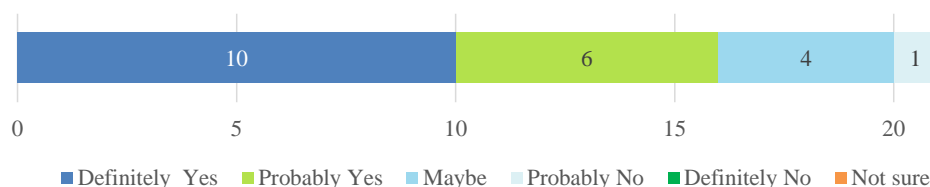


図 20 普及・実証事業への展開の期待度

出典：JICA 調査団作成

普及・実証事業で期待する活動内容は、“DDF化のトレーニング”、“バスのDDF化”および“DDF化後のメンテナンストレーニング”が多く、技術移転やDDF化実施に意見が集まった。

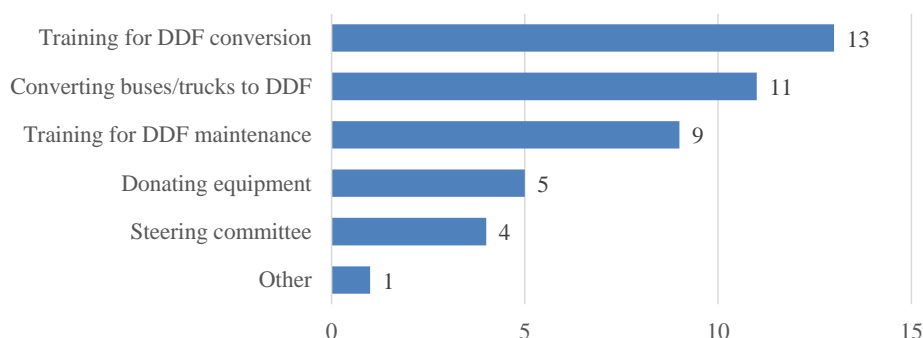


図 21 普及・実証事業で期待する活動内容

出典：JICA 調査団作成

DDF化を促進するために期待される政策には、“政府からのDDF化技術の推奨”、“DDF車両の減・免税”および“DDF導入に対する政府のファイナンスや補助金”に意

見が集まった。一方で、Q&A では LPG タクシーに適用された 15 年フェーズアウトルールの 2 年延長を、DDF 化バスにも適用するのはどうかというやり取りが民間バス会社と LTO の間であり、投資促進策の一つに挙げられた。

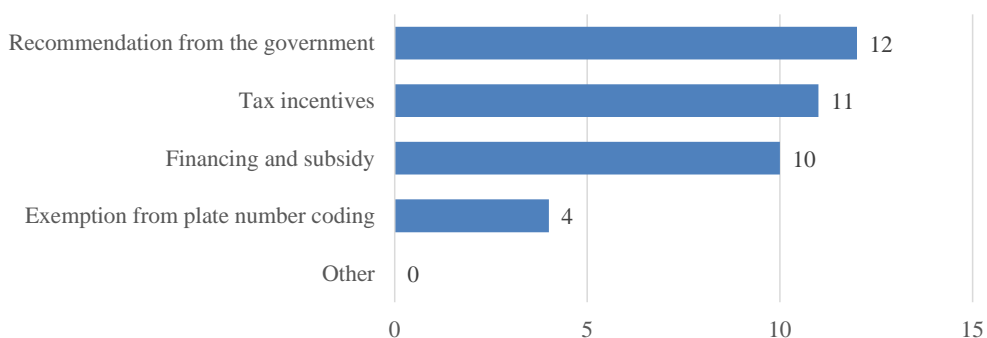


図 22 DDF 化促進のために期待される政策

出典：JICA 調査団作成

また、民間バス会社からの参加者に対しては、個別に DDF 化の投資意欲に関するアンケート調査を通して確認した。その結果を図 23 に示す。8 名からの回答があり、半分の 4 名から DDF 化技術導入に関心があるという回答を得た。そのうち 3 名は『是非導入したい』と非常に前向きであり、1 名は『導入する可能性が高い』という回答であった。残りの 4 名のうち 2 名からは『導入するかもしれない』と回答し、1 名からは『はっきりしない』との回答であった。後ろ向きの回答は 1 件のみで『手ごろ価格になると DDF の導入が進むのではないか』という意見であった。今後、DDF 化への関心を高めるために、更なるコスト削減、並びに、DDF の投資回収年数を短くすることでメリットを大きくしていく必要があることが確認できた。

なお、上記フィードバックについては、セミナー後の第 4 回目の現地渡航にて追加的な技術改善を行っており、また普及・実証事業においては、更に Diesel 噴射量を 25%絞った状態での燃費の改善効果の把握、型の違うエンジンに対する DDF 化技術の適合を検討していくことを考えている。

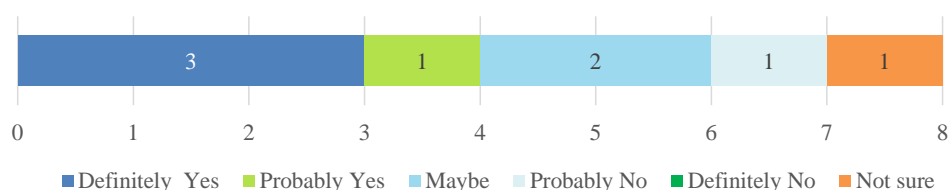


図 23 民間バス会社に対する DDF 化への関心

出典：JICA 調査団作成

### 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、パイロット的に一台の中古バスの DDF 化を行ったが、大気質の改善・燃料消費量の削減、および気候変動の要因の一つとなっている CO2 排出量の削減に効果的であることが確認できた。

また、セミナーにおいて設備投資額や回収年数についても説明を行ったが、民間バス事業者からも前向きな反応を示されたことで、民間のビジネス活動の中での DDF 化の普及に関しても、期待できることが示された。言い換えると、高額な投資を必要とするクリーンディーゼル、ハイブリッド車 (HV) や電気自動車 (以下、EV) に比べ、比較的低額な投資である DDF が零細民間バス会社が多いフィリピンでは適していることが明らかとなった。

## 第4章 ODA 案件化の具体的提案

### 4-1 ODA 案件概要

#### 4-1-1 具体的な ODA 案件

##### (1) スキーム名

本案件化調査後に、「マニラ首都圏公共バスの DDF 化による燃費向上・大気汚染低減に関する普及・実証事業」を提案する。

##### (2) 想定するカウンターパート

カウンターパート (C/P) は、マカティ市を想定している。マカティ市の概要は、1-3-3 に示したとおりであるが、以下の点を踏まえて、本事業による技術移転が普及・実証事業終了後も持続される可能性が高いと判断する。

- ・ 公的部門がバス事業を運営し、職員の通勤、通学、イベント、社会的弱者の移動等のために毎日バスが運行されている
- ・ マカティ市はフィリピンを代表する都市として国内への社会的影響力が大きく、マカティ市での普及・実証事業の成功が他都市への普及に繋がることが期待される
- ・ 環境汚染対策に対して関心が高く、すでにマカティ市独自の取り組みやマカティ市がサポートしている他事業が実施されている (1-3-3 (2) エに記載)
- ・ マカティ市が管轄するメンテナンス部隊はすでに組織的に運営されている上に、技術移転により体制の強化が期待され、普及・実証事業終了後も継続される可能性が高い

##### (3) 事業の目的

マニラ首都圏における公共バスのディーゼルエンジンを DDF 化することによって大気環境汚染防止ならびに燃費向上による燃料コストの削減および地球温暖化の抑制を図る。

#### 4-1-2 開発課題及び期待される効果

##### (1) 開発課題

自動車台数の増加に伴うマニラ首都圏における環境汚染の深刻化により、TSP はここ数年  $120 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  あたりで推移し、いずれもフィリピン政府が設定する国家環境大気質ガイドライン値 (NAAQGV)  $90 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$  を上回っている。これにより、フィリピン都市部では毎年 150 万人が呼吸器疾患にかかる等、健康に被害が発生するレベルに達している。

民間バス会社の運営状況を見ると、平均保有台数 10 台と零細なバス会社が多く、このことが要因の一つとなり、メンテナンス要員の技術不足・絶対数不足、教育・マニュアル化不足、ならびに整備の重要性についての認識不足から、整備不良の状態のバスが多く、燃費が低下し、更には浮遊粉塵物や  $\text{NO}_x$  の排出により大気環境汚染・地球温暖化を引き起こしている。具体的な技術課題は 1-2-2 の図 5 に示している。

##### (2) 期待される成果

成果には以下の3点を想定している。

成果1．公共バスのエンジンのDDF化による大気汚染の低減および燃費効率改善効果が実証される。

成果2．現地人材によってDDF化が持続的に行える体制が確立される。

成果3．公共バスのDDF化に関する効果が普及する。

## 4-2 具体的な協力計画及び開発効果

### 4-2-1 具体的な協力計画

#### (1) 実証内容・方法

実証内容・方法を表 15 にまとめる。マカティ市を C/P として、マカティ市等の所有するバス 5 台の DDF 化、メンテナンス部隊へのエンジンの DDF 化ならびにメンテナンスの技術移転を実施する。また、DDF 化技術の普及を目指し、ステークホルダーとのステアリングコミッティの開催、民間バス会社に対する DDF 化セミナーの開催、DDF 化技術の促進政策の検討を主な活動として実施していく。

表 15 想定する ODA スキーム

目的：マニラ首都圏における公共バスのディーゼルエンジンを DDF 化することによって大気環境汚染防止ならびに燃費向上による燃料コストの削減および地球温暖化抑制を図る。	
成果	活動
成果 1 公共バスのエンジンの DDF 化による大気汚染の低減および燃費効率改善効果が実証される。	1-1 公共バスエンジンの DDF 化
	1-2 DDF 化バスの環境性能および燃費効率改善効果の試験・実運行データの収集
	1-3 現地仕様に応じたサービスの最適化の検討
成果 2 現地人材によって DDF 化が持続的に行える体制が確立される。	2-1 DDF 化技術および DDF 化エンジンメンテナンスのトレーニング実施
	2-2 DDF 化技術のマニュアル作成
	2-3 DDF 化エンジンメンテナンスのマニュアル作成
成果 3 公共バスの DDF 化に関する効果が普及する。	3-1 ステークホルダーとのステアリングコミッティの開催
	3-2 民間バス会社に対する DDF 化セミナーの開催
	3-3 DDF 化技術促進策の検討

出典：JICA 調査団作成

#### 成果 1 公共バスエンジンの DDF 化

##### 活動 1-1 公共バスエンジンの DDF 化

合計 5 台の公共バスの DDF 化を実施する。DDF 化は 3 つの用途に分けて実施し、最初 2 台は新旧エンジンの年式における DDF 化の環境性能及び燃費効率改善効果の長期検証用として、次の 1 台は活動 1-3 で示す DDF 化の現地実態に応じた仕様検証用として、残りの 2 台は DDF 化技術のトレーニング用（マネージメント層向けとスタッフ層向け）とする<sup>9</sup>。5 台のバスの内訳は、マカティ市が所有するバス 3 台とマカティ市が指名するバス協会傘下の民間バス会社 2 台の構成とする。その詳細を以

<sup>9</sup> DDF 化の長期検証ならびに仕様検証を踏まえて、トレーニング用の DDF 化仕様を確定させるため、トレーニング用バス 2 台を新たに必要とする。



下に示す。

表 16 DDF 化バスの一覧

No.	所有者	利用形態	搭乗数	エンジンの年式*1	用途
1	マカティ市	通勤(ケソン-マカティ間)	大型	旧	長期検証用
2	マカティ市	通学(マカティ市内-大学)	大型	新	仕様検証用
3	マカティ市	交通弱者(マカティ市内)	小型	新	長期検証用
4	バス協会	都市間輸送	大型	旧	トレーニング用 (マネジメント層)
5	バス協会	都市内輸送	大型	旧	トレーニング用 (スタッフ層)
案件化調査	民間バス会社	都市内輸送	大型	製造後 23年	デモ用

注：“旧”は約 10 年使用、“新”は数年使用を想定している

出典：JICA 調査団作成

#### 活動 1-2 環境性能および燃費効率改善効果の試験・実運行データの収集

活動 1-1 で DDF 化されたバスの環境性能および燃費効率改善効果を検証するために、UP-NCTS の協力のもと、実走行を通してデータを収集する。UP-NCTS に対しては、バス 5 台における DDF 化前後および 6 か月毎の排ガス・走行データの測定と、燃費効果の検証を依頼する。なお、データの測定には 1 台あたり 1 日を要する見込みである。

#### 活動 1-3 現地仕様に応じたサービスの最適化の検討

DDF のモジュール化や燃料混合比の最適化の検討を通して、DDF 化コストの削減、技術移転を考慮した DDF 化技術の簡素化及び DDF 化期間の短期化を実現させ、現地仕様に応じたサービスの最適化を図っていく。案件化調査での成果を踏まえ、普及・実証事業では、燃費、排ガス、DDF 化作業日数および DDF 化コストについて表 17 に示す目標の達成を目指す。

表 17 案件化調査における成果と普及・実証事業における目標

	案件化調査の成果	普及・実証事業の目標
燃費 (km/L)	3.19 → 4.26	4.50
排ガス試験 (Light absorption, m <sup>-1</sup> )	2.111 → 1.033	0.90
DDF 化作業日数	10 日間	3 日間
DDF 化コスト*1	90 万円	70~80 万円

注：エンジンオーバーホールコストを除いている

出典：JICA 調査団作成

## 成果 2 DDF 化技術の移転

### 活動 2-1 DDF 化技術および DDF 化エンジンメンテナンスのトレーニング実施

活動 1-2 および活動 1-3 を経て確立した DDF 化技術の現地仕様に従って、C/P の General Service Sector が管轄する Motor pool の技術者に対し現地技術研修を実施する。まず研修の準備として、必要な機材の供与を行う（具体的な機材は 4-2-2 で詳述する）。OJT 型の研修とし、DDF 化候補バス 2 台を活用しながら、DDF 化技術と DDF 化エンジンのメンテナンス技術の移転を行う。5 名×2 組にそれぞれ計 3 週間のトレーニングを行う。

これまでの現地調査から、日常メンテナンスの対応していることから技術素地はあるものの、1-2-2 の図 5 の実態に示すように、本格的なメンテナンスやオーバーホールの対応ができないことや機材の未整備が確認できている。この現状を踏まえて、現地研修の全体概要（案）を表 18 に作成している。

表 18 DDF 化技術の現地研修の全体概要（案）

項目	内容
対象人数	5 名×2 組（マネジメント層 5 名、スタッフ層 5 名）
対象者	重機整備部門、在庫管理部門、燃料管理部門及びメンテナンスショップ部門を中心とするマネジメント層とスタッフ層
実施期間	DDF 化技術、エンジンオーバーホール（2 週間） 第 1 回：2017 年 7 月（マネジメント層を対象） 第 2 回：2017 年 10 月（スタッフ層を対象） DDF 化バスエンジンの定期メンテナンス（1 週間） 第 3 回：2018 年 1 月（マネジメント層を対象） 第 4 回：2018 年 4 月（スタッフ層を対象）
実施内容	DDF 化技術、エンジンオーバーホール <ul style="list-style-type: none"> <li>・エンジンメンテナンスの意義</li> <li>・エンジンの構造</li> <li>・エンジンの状態診断方法と実習</li> <li>・エンジンオーバーホールの手順</li> <li>・エンジンオーバーホールの実演</li> <li>・エンジンオーバーホールの実習</li> <li>・DDF 技術の概要</li> <li>・DDF 化に必要なパーツの種類と構造</li> <li>・LPG ガス取扱時の安全上の留意点</li> <li>・DDF 化の実演</li> <li>・DDF 化の実習</li> <li>・Opaci Meter ならびにガス濃度計の計測方法</li> </ul> DDF 化バスエンジンの定期メンテナンス（1 週間） <ul style="list-style-type: none"> <li>・定期メンテナンス項目とその目的</li> <li>・消耗品の種類とその取扱</li> <li>・各パーツの劣化診断方法</li> <li>・定期メンテナンスの実演</li> <li>・定期メンテナンスの実習</li> </ul>
実施場所	マカティ市が所有する Motor pool

出典：JICA 調査団作成

### 活動 2-2 DDF 化技術のマニュアル作成

現地仕様に応じた DDF 化技術の検討及び日本仕様の DDF 化マニュアルを踏まえて、活動 2-1 用に現地仕様の DDF 化技術マニュアル（案）を作成する。現地研修の実施のフィードバックを受けてマニュアルの改善を行い最終化させる。

### 活動 2-3 DDF 化エンジンメンテナンスのマニュアル作成

活動 2-2 と同様に、現地仕様に応じた DDF 化エンジンメンテナンス及び日本仕様の DDF 化マニュアルを踏まえて、活動 2-1 用に現地仕様の DDF 化エンジンメンテナンスマニュアル（案）を作成する。現地研修の実施のフィードバックを受けてマニュアルの改善を行い最終化させる。

以上、活動 2-1 から活動 2-3 を行うことにより、マカティ市職員への DDF 化技術の移転とマニュアルの整備が進み、DDF 化の定量データと技術移転ツールが確保される。これらを活動 3 に示す DDF の普及活動に繋げていく。

## 成果 3 DDF 化技術の普及

### 活動 3-1 関連省庁とのステアリングコミッティの開催

本事業の円滑な推進に向けて、C/P 及び関連省庁（DOTC、DENR 及び MMDA）から構成されるステアリングコミッティを設立し、各機関の役割の検討を経て、協力体制を構築する。普及・実証活動では事業開始時、進捗報告時、終了時の計 3 回実施し、事業の進捗・成果の共有や 4-2-4 で後述する表 22 に示す各機関の役割における対応状況の協議を通して、DDF 化普及を図る。

### 活動 3-2 民間バス会社に対する DDF 化セミナーの開催

活動 1-3 により、DDF 化コストの削減、技術移転を考慮した DDF 化技術の簡素化及び DDF 化期間の短期化の成果が得られた段階で、マニラ首都圏北部および南部の民間バス協会メンバーを中心に DDF 化セミナーを 2 回開催する。案件化調査時同様に、民間バス協会メンバーに対する招待は DENR の協力のもとで行う。DENR では排出ガス基準を満たせなかったバス会社のリストを所有しているため、これらのバス会社を招待することでセミナーを通じた普及効果が高められる。

### 活動 3-3 DDF 化技術促進策の検討

DDF 化技術の普及に向けて、DDF 技術の奨励（ロゴの活用等）、ファイナンス面でのインセンティブ（SVPCF ファンド活用等）ならびに DDF 化バスの使用期間 2 年延長等の普及策の検討を関連省庁と行う。促進案と調整機関を表 19 に示す。

表 19 DDF 化技術促進案と調整機関

促進策	調整機関
DDF 技術の奨励（ロゴの活用等）	DENR、DOTC、MMDA、マカティ市
ファイナンス（SVPCF ファンド活用等）	DOTC
DDF 化バスの使用期間 2 年延長	DOTC、LTFRB

出典：JICA 調査団作成

①DDF 技術の奨励（ロゴの活用等）

省庁・自治体等の公的機関からから DDF 技術を奨励してもらうことで、技術の普及の加速化が想定されるが、その一つの方法として、ラベリング制度の活用が考えられる。案件化調査においては、DENR と共催したセミナーにおいてロゴステッカーを製作し、参加者に配布すると共に DDF 化したパイロットバスに貼り付けた。現時点ではロゴは単なるシンボルとしての活用に留まっているが、普及実証事業においては、環境技術であることの認定として、ロゴを活用できないかどうかを関連省庁に働きかけていく。具体的活用イメージは、DDF 化した後に、ETC における排ガス測定検査に合格した場合、ロゴをステッカーの形で交付し、車両に添付する方法が考えられる。



図 24 セミナーで活用した DDF ロゴ

出典：DENR・JICA 調査団作成

②ファイナンス面でのインセンティブ（SVPCF ファンド活用等）

DDF 技術は、比較的初期投資の軽いエンジン改良方法であるものの、100 万円程度の初期投資がかかるため、普及促進を図るためには、イニシャルコスト低減に関するファイナンススキームが有効であると考えられる。

フィリピンの政府系ファンドの一つに SVPCF (Special Vehicle Pollution Control Fund) がある。これは、DOTC 傘下の ESITU (Environmentally Sustainable Initiatives Transportation Unit) により運営されているファンドであり、自動車登録費より得られる資金の 7.5% を活用した年間 800mil PHP (20 億円) 程度の規模で運営されている。これまでに、道路の緑化事業、民間排ガス試験システムの全国への普及と人材育成事業、大気汚染モニタリングシステムの導

入事業、持続可能な公共交通システム事業などが採択されている。ファンドの対象はいくつかのカテゴリに分かれているが、その内の一つ Working Category 70: Alternative Vehicle Pollution Control Technology に申請することで DDF へのインセンティブ付けを具体化できる可能性がある。普及実証事業において、本ファンドへの適応可能性について DOTC と協議を行っていく。

なお、2015 年 11 月現在、DOTC が中心となって民間ジープニーのリプレースに対する本ファンドの適用が検討されており、ジープニーへの適用が承認されるようであれば、同様の方法論で民間バス会社への DDF 化の可能性が高まってくるものと思われる。

### ③DDF 化バスの使用期間 2 年延長

15 年フェーズアウトルール（詳細は 1-3-2-(2) に記載）により、バス事業者は、稼動が可能な状態であったとしても 15 年経過したバスの運行を終了しなければいけないが、DDF 化をすることで、その使用期限を延長できるとすると、DDF 普及促進が図られると考えられる。

DOTC 傘下の LTFRB は、過去に LPG タクシーの普及促進を図るために、規制改正により 2 年間の使用延長が認められた実績がある。普及・実証事業の中において、同様の方法で、DDF 化する車両についても 2 年延長について働きかけを行う。

なお、LPG タクシーの規制改正の際の、改正のフローを図 25 に示す。

- ・ LTFRB 内の Transportation Development Office が規制改正に向けた Proposal を作成し、LTFRB の Board にて審議される。
- ・ 技術に妥当性があれば、LTFRB の Board から DOTC へ推薦され、DOTC 内（担当は、Land Transport and Running Division）で協議の上、承認されれば Memorandum が回覧される。交付後 15 日後に改正が施行される。

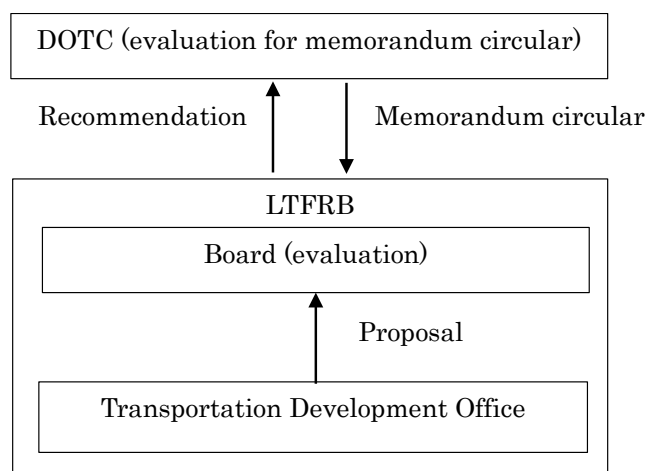


図 25 LPG タクシーの 15 年フェーズアウトルール改正フロー

出典：DOTC・LTFRB へのヒアリング

## (2) 具体的な開発効果

普及・実証事業を通じて、以下の3つの成果が挙がる事を期待している。

成果1 公共バスのエンジンのDDF化による大気汚染の低減および燃費効率改善効果が実証される。

成果2 現地人材によってDDF化が持続的に行える体制が確立される。

成果3 公共バスのDDF化に関する効果が普及する。

普及・実証事業の活動を契機として、DDF化技術が広く普及することにより、マニラ首都圏における公共バスの燃費向上ならびに浮遊粉塵物抑制及びCO<sub>2</sub>排出抑制に貢献することが期待される。

コクカのビジネス展開も含めて、マニラ首都圏でDDF化が1,000台普及した場合の開発効果の試算を図26に示す。燃料低減効果は、マニラ首都圏全体で約6億円、CO<sub>2</sub>抑制効果は約3.2万tとなった。また、DDF化されるバスからの浮遊粉塵物の半減が期待される。なお、受益者にとっても採算性が高く、年間240日を400km/日走行する場合には、およそ2年程度でDDFへの投資を回収できることとなる。

【前提条件】

マニラ首都圏でのバスの台数	10,000 台	LTOへのヒアリングによる
DDF化台数	1,000 台	コカカの事業計画による
1台当たりの年間走行距離	96,000 km	Provincial Operationの場合(1日400km程度、年間240日程度)
燃費(整備前)	3.19 km/L	走行データ・燃料給油データに基づき計算
燃費(整備後)	4.26 km/L	DDF化後の走行試験結果
軽油価格	69.82 円/L	2015年9月の市価を基に算出(26.75ペソ×2.610円/ペソ)
LPG価格	60.68 円/L	2015年9月の市価を基に算出(23.25ペソ×2.610円/ペソ)
軽油のCO2排出係数	2.707 t-CO2/kL	環境省 算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧
LPGのCO2排出係数(tベース)	2.983 t-CO2/t	環境省 算定・報告・公表制度における算定方法・排出係数一覧
LPGの液比重	0.5076 t/kL	日本LPガス協会 プロパンガスで代表
LPGのCO2排出係数(kLベース)	1.5142 t-CO2/kL	計算により算出
DDF化後の軽油とLPGの混合割合	0.568 L/L	軽油:LPG = 20.8 : 15.8 (液体体積ベース)
整備ならびにDDF化に要する費用	1,200 千円	整備30万円、DDF化90万円

【計算結果 (1台あたりの改善効果)】

整備前					
軽油使用量	96,000 km	÷	3.19 km/L	=	30,094 L
軽油費用	30,094 L	×	69.82 円/L	=	2,101 千円
軽油によるCO2排出量	30,094 L	×	2.707 t-CO2/kL	=	81.5 t
整備後					
軽油使用量	96,000 km	÷	4.26 km/L	×	0.568 = 12,807 L
軽油費用	12,807 L	×	69.82 円/L	=	894 千円
軽油によるCO2排出量	12,807 L	×	2.707 t-CO2/kL	=	34.7 t
LPG使用量	96,000 km	÷	4.26 km/L	×	0.432 = 9,728 L
LPG費用	9,728 L	×	60.68 円/L	=	590 千円
LPGによるCO2排出量	9,728 L	×	1.5142 t-CO2/kL	=	14.7 t
整備後のトータル費用	894 千円	+	590 千円	=	1,484 千円
整備後のトータルCO2排出量	34.7 t	+	14.7 t	=	49.4 t

【削減効果 (1台・1年あたり)】

軽油使用量	30,094 L	-	12,807 L	=	17,287 L の削減
LPG使用量	0 L	-	9,728 L	=	-9,728 L の削減
燃料費	2,101 千円	-	1,484 千円	=	617 千円 の削減
単純投資回収年数	1,200 千円	÷	617 千円	=	1.95 年
CO2排出量	81.5 t	-	49.4 t	=	32.1 t の削減

【削減効果 (マニラ首都圏)】

燃料費	617 千円	×	1,000 台	=	6.2 億円
CO2削減効果	32.1 t	×	1,000 台	=	3.2 万t

図 26 ODA 案件化による効果想定

出典：JICA 調査団作成

## 4-2-2 日本側の投入

### (1) 日本側の業務内容

日本側の業務内容は、4-2-1で示した通り、C/Pと連携しながら活動1~3のあらゆる活動のプロジェクト管理と実行を通じて、プロジェクト目標である公共バスのDDF化の有効性の確認と持続可能なDDF化技術の確立を実証する。主な業務内容は、以下の通りである。

1. DDFキット並びに関連装置の調達
2. 選定された5台のバスのDDF化の実施
3. 燃費ならびに排ガス測定によるDDF化の効果測定
4. DDF化ならびにエンジンメンテナンスに関するトレーニングの実施
5. DDF化ならびにエンジンメンテナンスに関するマニュアルの整備
6. ステアリングコミッティの運営
7. 民間バス事業者へのセミナーの開催

### (2) 投入する人員

総勢9名を予定している。内訳は、統括1、チーフアドバイザー1、DDF化技術2、市場調査1、都市環境改善計画1、投資計画・事業化検討1、リスク分析1、法制度調査1である。

### (3) 機材の仕様、数量及び価格

導入する機材の仕様、数量及び価格を表20に記載する。マカティ市が所有するMotor poolの視察により、DDF化を実施するためには既存の設備と機器は十分でないことが分かった。これを踏まえて、当初はDDF kit及びガスボンベを投入することを想定していたが、DDF化及びメンテナンスを実施するために最低限必要な機材をパッケージ化して供与することも追加することにした。さらに、DDF化前後の環境性能をモニタリングするためにOpaci meter・排ガス測定装置も投入する必要がある。LPGタンクはフィリピンで調達可能なため現地で調達する。



表 20 機材の仕様、数量及び価格（単位：千円）

調達場所	品名	仕様・用途	単価	数量	価格
日本	DDF kit	ディーゼルエンジン用 LPG 噴射制御装置	650	5	3,250
	オパシメータ（光透過式スモークメーター）	DDF 化前後定期検査	500	1	500
	CO・HC 排出ガステスター	DDF 化前後定期検査	500	1	500
	ディーゼルコンプレッションテスター	DDF 化事前エンジン診断用	90	1	90
	ディーゼル噴射ノズルテスター	DDF 化事前エンジン診断用	60	1	60
	エンジンオイルプレッシャーテスター	DDF 化事前エンジン診断用	10	1	10
	デジタルエンジンタコメータ	DDF 化作業用	25	1	25
	デジタルマルチメーター	DDF 化作業用	20	1	20
	ポータブル充電式電動工具	DDF 化作業用	50	1	50
	大型車輛整備用工具セット	DDF 化作業用	190	1	190
フィリピン	LPG タンク	90L（1 台あたり 2 本搭載）	50	10	500
合計					4,965

出典：JICA 調査団作成

#### 4-2-3 C/P 側の投入

C/P 候補の投入内容を表 21 に記載する。

表 21 C/P 側の投入

項目	内容
役割	<ul style="list-style-type: none"> <li>DDF 化バスの選定 マカティ市保有の公共バスから 3 台 バス協会を通じた民間バス事業者からの 2 台</li> <li>DDF 化及びメンテナンス技術のトレーニング場所の提供 (マカティ市が所有する Motor pool)</li> <li>研修生の任命と研修の受講・フィードバック</li> <li>DDF 化バスの走行データの定期的報告</li> <li>ステアリングコミッティ開催及び会場の提供</li> <li>民間バス会社に対する DDF 化セミナー開催及び会場の提供</li> </ul>
費用	<ul style="list-style-type: none"> <li>研修生の人件費、食費及び交通費</li> <li>燃料費 (Diesel 及び LPG)</li> </ul>
人員および維持管理体制	<ul style="list-style-type: none"> <li>全体統括 1 名 (Office of the City Administration)</li> <li>統括サポート 1 名 (Public Safety)</li> <li>環境性能管理・モニタリング 1 名 (Environmental service)</li> <li>バス運行管理・走行データ管理 1 名 (General service)</li> <li>メンテナンス技術者 10 名 (Motor pool)</li> </ul>

出典：JICA 調査団作成

#### 4-2-4 実施体制図

C/Pにマカティ市を想定した場合の実施体制図を図27に表示する。

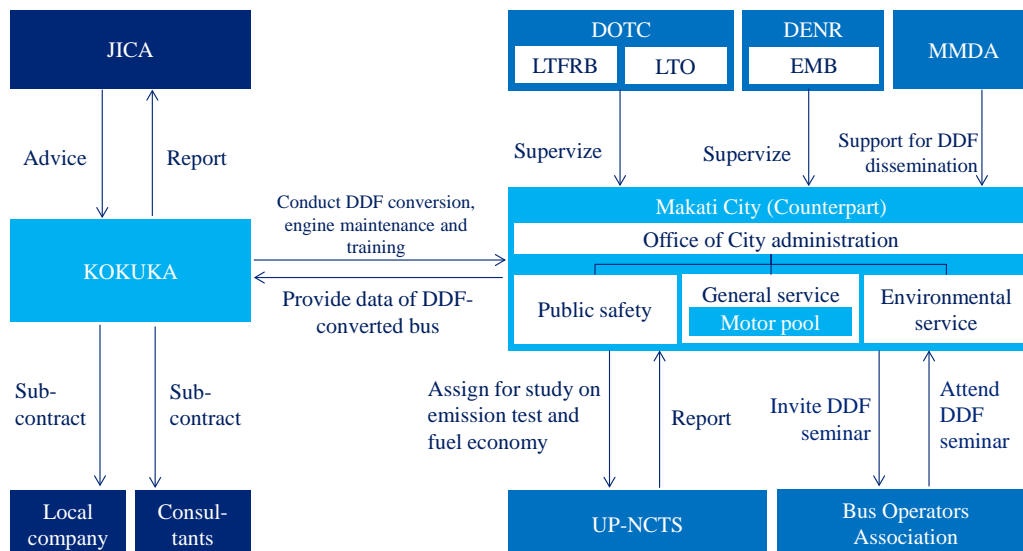


図 27 マカティ市を C/P とした場合の実施体制図

出典：JICA 調査団作成

普及・実証事業におけるマカティ市の窓口は、Office of the City Administration となる予定であるが、交通管理、Motor pool の管轄および大気汚染対策がそれぞれの部門に渡っているため、マカティ市の Internal meeting ではこれらの 4 部署と協力して事業を運営していく。原則ステアリングコミッティのコアメンバーはマカティ市内部の関連部署と日本側となるが、必要に応じて、DOTC ならびに関連機関 (LTO・LTFRB)・DENR・MMDA が参画する。また、UP-NCTS は燃費計測において技術的なサポートを行う予定である。関連機関の役割を以下に記す。

表 22 普及実証事業における関連機関の役割

組織	役割
DENR	1. 必要に応じたステアリングコミッティへの参加 2. マニラ首都圏における大気環境データの提供 3. DDF ロゴを活用した普及方策の検討 4. バス事業者の排ガス測定試験結果の提供
DOTC	1. 必要に応じたステアリングコミッティへの参加 2. SVPCF 等を用いた普及インセンティブの検討
LTO	1. 必要に応じたステアリングコミッティへの参加 2. 公道を活用した燃費計測試験に関する調整 3. DDF 化バスの検査システムの構築
LTFRB	1. 必要に応じたステアリングコミッティへの参加 2. 15年フェーズアウトルールへの延伸検討
MMDA	1. 必要に応じたステアリングコミッティへの参加 2. 市長会等の場を活用した DDF 普及機会の提供
UP-NCTS	1. 必要に応じたステアリングコミッティへの参加 2. 公道を活用した燃費計測と評価

出典：JICA 調査団作成

#### 4-2-5 スケジュール

想定される普及・実証事業スケジュールを図 28 に示す。2016 年 10 月の開始から 2 年間で想定し、以下のスケジュールに従って 4-2-1 具体的な協力計画で記述した活動を実施していく。渡航は、全 8 回を予定している。

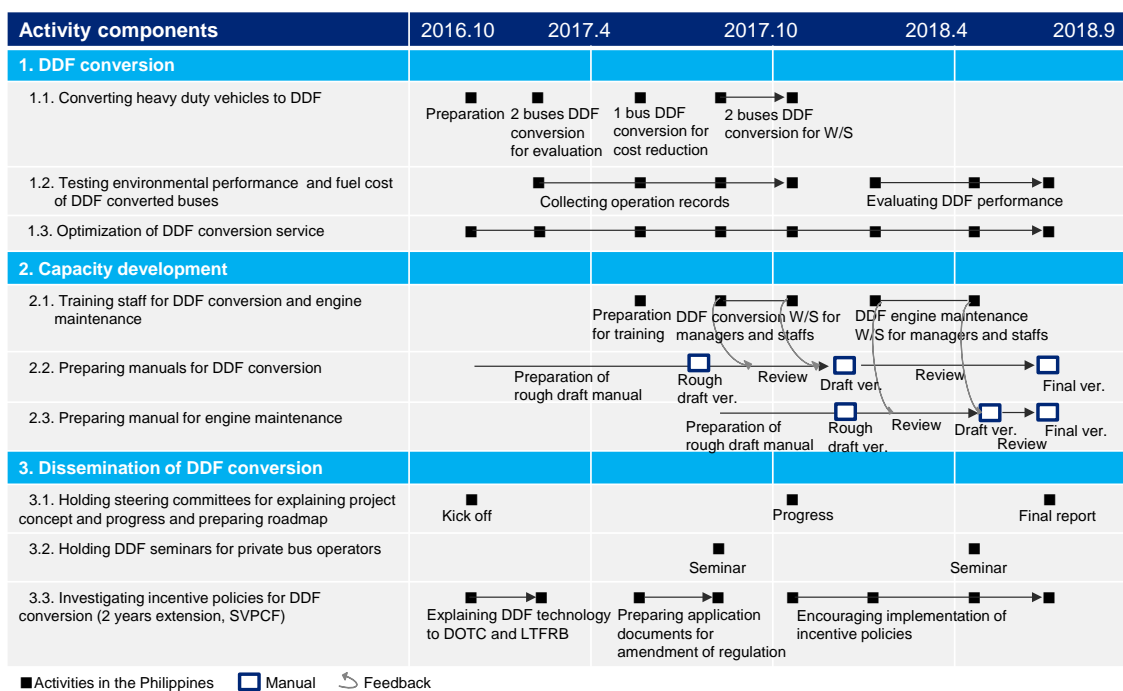


図 28 想定される普及・実証事業スケジュール

出典：JICA 調査団作成

#### 4-2-6 協力額概算

普及・実証事業における供与機材、仕様および数量は4-2-2の表 20 に示す通りである。総額は輸送費・据付費を含め、1,200 万円を見込んでいる。

#### 4-2-7 事業とビジネス展開との関連

ビジネス展開に対して以下の関連が考えられる。

##### ① 潜在顧客の獲得

実証データを用いたセミナーを通じて、有力潜在顧客とのコミュニケーションが可能になる。また、実証データを活用した説得力のある PR 資料の作成ができる。

##### ② 信用力の向上

JICA 事業として実施されることにより、フィリピンにおけるコクカの信用力が向上し、ビジネス展開に有利に働く。

##### ③ 市場の拡大

省庁・監督機関から、DDF 化を推奨されることにより、市場の拡大が期待できる。また、直接的なインセンティブによる市場拡大も期待できる。

##### ④ 必要情報の収集

普及実証活動を通じて、販売促進方法、プライシング、コストに関する精査が可能となる。

#### 4-3 対象地域及びその周辺状況

普及・実証事業における製品・技術の設置候補サイトの概要を表 23 に記載する。

表 23 対象地域の概要

項目	内容
ODA 案件の対象地域	マカティ市
設置する製品・技術	DDF キット並びに関連機器
設置候補サイト	マカティ市が所有する Motor Pool
インフラ状況	DDF を実施できる設備は整っていないため、4-2-2 で示すように、DDF キット及び LPG タンク以外にも最低限必要な機器を導入し、Motor pool にて DDF を行えるよう整備する必要がある
選定理由	<ul style="list-style-type: none"><li>・豊富な人材を有し、メンテナンス業務が組織的に運用されていることから、技術移転後の持続性が高いと判断した</li><li>・必要なインフラを補強する程度で DDF 化を実施できる</li><li>・マカティ市の積極的な姿勢</li></ul>

出典：JICA 調査団作成



写真 4 マカティ市保有のバスと Motor Pool の状況

#### 4-4 他 ODA 案件との連携可能性

渦潮電機株式会社によりケソン市にて実施されている『電動三輪車自動車運行・維持管理サービスの普及・実証事業』との連携の可能性が挙げられる。対象とする自動車は三輪自動車とバスで違いはあるものの、大気汚染の深刻化による健康被害の軽減という同様の目標を掲げている。普及・実証事業と事業展開の両面において、先行事例として参考になることが考えられる。彼らとの情報共有を通して事業の成功率を高めていく。

#### 4-5 ODA 案件形成における課題と対応策

##### 4-5-1 課題と対応策

ODA 案件形成における課題と対応策を表 24 に記載する。

表 24 ODA 案件形成における課題と対応策

	現状	対応策
インフラの整備状況	DDF 化用スペースはあるが、エンジンオーバーホールならびに DDF 化するために必要な工具や測定装置が不足している。	排ガス計測器だけでなく、DDF 化やメンテナンスで最低限必要な機材をパッケージ化して供与する。
用地	DDF 化実施するためのスペースは十分にあるが、駐車が多い。	実施の際には駐車場所の変更をする必要がある。
許認可	マカティ市からは Motor pool 使用の了解を得ている。	特になし。
C/P 側の人員体制	4-2-4 に記載通り、関連部門は 4 部門に渡っている。	マカティ市の Internal meeting での情報共有や意見交換を通して、事業の推進を図っていく。

出典：JICA 調査団作成

##### 4-5-2 収益への対応

DDF 化による燃費向上によりバスのオペレーションコストの削減が期待される。さらに、現状ではマカティ市では大規模なエンジンオーバーホール等は民間の整備工場に外注しているため、DDF 化・エンジンメンテナンス技術移転並びにインフラ整備により、これらの内製化させることでマカティ市の予算削減を図れる。Motor Pool の支出データはないが、コクカの通常メンテナンス価格（25 万円～30 万円）と保有バス台数 19 台から想定すると、500 万円程度の削減に繋がるものと考えられる。なお、DDF 化による追加の維持管理費は 1 台当たり 5 万円程度であり、このコストはメンテナンスの内製化ならびに DDF 化バスの燃費向上により補填することが可能である。

## 別添資料

### 面談記録

第一渡航 (2015年6月8日～6月12日)

日	組織名	訪問先	訪問者
6/8	JICA フィリピン事務所	丹羽所長、小豆澤様、見宮様、河田様	酒井、稲谷、西本、藤原、渡邊
	運輸通信省 (DOTC)	Mr. Arnel Manresa	稲谷、西本、渡邊
	フィリピン大学 国家交通 研究センター (UP-NCTS)	Dr. E. N. Quiros 准教授	酒井、藤原
	在フィリピン 日本大使館	鈴木商務官	酒井、稲谷、西本、藤原、渡邊
6/9	Bicol Isarog Transport System Inc.	Mr. Kirby del Castillo	酒井、稲谷、西本、藤原、渡邊
	Philippine Economic Zone Authority (PEZA)	Ms. Anna Rose R. Malapad Mr. B Philip Teomar A. Radin	酒井、稲谷、西本、藤原、渡邊
	マニラ首都圏開発庁 (MMDA)	Dr. Loida Alzona Mr. Rey Reginaldo Mr. Eusevidion Santa Cruz Mr. Alex Ortega Engr. Danneedee Babadilla	酒井、稲谷、西本、藤原、渡邊
	Almazora 社	Mr. Conrad Almazora	酒井、稲谷、西本、藤原、渡邊
6/10	投資委員会 (BOI)	Mrs. Angelica M. Cayas Mr. Jean D. Trabajo Mrs. Maria Rolienita D. Nebres Mr. Amelito E. Umali,	酒井、稲谷、西本、藤原、渡邊
	Bases Conversion and Development Authority (BCDA)	Mr. Tomas Y. Macrohon Mr. Christopher M. Coloso Mr. Paul Henrick M. Letana	酒井、稲谷、西本、藤原、渡邊
	陸運局 (LTO)	Mr. Giovanni C. Gonzalez	酒井、稲谷、西本、藤原、渡邊
	陸上交通許認可規制委員会(LTFRB)	Mr. Winston Ginez 会長 Mr. Ronaldo	酒井、稲谷、西本、藤原、渡邊
	North Motor Vehicle Inspection Center (NMVIC)	Engr. B.A.O Seeperes	酒井、稲谷、西本、藤原、渡邊
6/11	技術教育技能教育庁 (TESDA)	Mr. Imelda B. Taganas	酒井、稲谷、西本、藤原、渡邊
	環境天然資源省 (DENR)	Mrs. Eva S. Ocfema Mrs. Carnelita M. Passe	酒井、稲谷、西本、藤原、渡邊
	JICA フィリピン事務所	見宮様	酒井、稲谷、西本、藤原、渡邊
6/12	Clark Development Corporation (CDC)	Mr. Arrey A. Perez Mr. Raul G. Bunsalida Mr. Christopher M. Coloso Mr. Andre Bnedict T. Rivera	酒井、稲谷、西本、藤原、渡邊



第二渡航（2015年9月7日～9月11日）

日	組織名	訪問先	訪問者
9/7	JICA フィリピン事務所	山田様、河田様 Mrs. Amanda Isabel Bacani	酒井、西本、藤原、渡邊
	Quezon city, Environmental Protection and Waste Management	Ms. Frederika C. Rentoy	酒井、西本、藤原、渡邊
	環境天然資源省 (DENR)	Ms. Eva S Ocfemina Ceso IV Ms. Jean Rosete Ms. Gigi Merilo Ms. Carmelita M. Passe Ms. Petra N. Aguilar	酒井、西本、藤原、渡邊
	運輸通信省 (DOTC)	Mr. Robie Siy, Senior Advisor Mr. Mike Gyeng Chul Kim Ms. Maria Conception F. Garcia	酒井、西本、藤原、渡邊
9/8	投資委員会 (BOI)	Ms. Angelica M. Cayas Mr. Elvin Garcia Ms. Demosthenes M. Perez Mr. Paul Edward Tajon Ms. Jean D. Traballo Ms. Maria Rolienita D. Nebres	酒井、西本、藤原、渡邊
	HM transport 社	Mr. Homer Mercado	酒井、西本、藤原、渡邊
	Taguig city	Mr. Felix L. Catigay	酒井、西本、藤原、渡邊
9/9	マニラ首都圏開発庁 (MMDA)	Ms. Dir. MA. Josefina J. Faulan Mr. Michael Gison Dr. Loida Alzona Mr. Ramon N. Gonzales Mr. Joseph Demons Mr. Rogelio M. De Guzman Mr. Freddie Alfiro	西本、藤原、渡邊
	技術教育技能教育庁 (TESDA)	Mr. Imelda B. Taganas	西本、藤原、渡邊
	在フィリピン日本大使館	鈴木商務官	酒井、西本、藤原、渡邊
9/10	Makati city	Mr. Arch. Elmer M. Cabrera Mr. Danilo Villas	酒井、西本、藤原、渡邊
	Bases Conversion and Development Authority (BCDA)	Mr. Raul G. Bernaldo Mr. Christopher M. Coloso	酒井、西本、藤原、渡邊
	エネルギー省 (DOE)	Mr. Donato D. Marcos Mr. J. C. Anundiaevon Ms. Aliza N. Niyes Mr. Federico G. Domingo Jr. Mr. Loreto B Moncada Ms. Lourdes Capricho	酒井、西本、藤原、渡邊

9/11	Makati city	Mr. Romulo 'Kid' Peña, Jr. Ms. Violy Lazo Mr. Lauro G. Andres Mr. Eric A Remigio Mr. Arch. Elmer M. Cabrera	酒井、藤原、渡邊
	JETRO マニラ事務所	石川様	酒井、藤原
	JICA フィリピン 事務所	河田様	酒井、西本、藤原、 渡邊

第三渡航（2015年11月23日～11月27日）

日	組織名	訪問先	訪問者
11/23	環境天然資源省 (DENR)	Ms. Carmelita M. Passe Ms. Gigi Merilo	西本、藤原、渡邊
	JICA フィリピン 事務所	河田様 Ms. Amanda Isabel Bacani	酒井、稲谷、西本、 藤原、渡邊
	在フィリピン 日本大使館	鈴木商務官	酒井、稲谷、西本、 藤原、渡邊
11/24	Clean Air and Fleet Management Forum	（フォーラムへの参加） Partnership for Clean Air (NGO), Department of Transportation and Communication (DOTC) Environmentally Sustainable Initiatives Transportation Unit (ESITU) DOTC	酒井、稲谷、西本、 藤原、渡邊
11/25	DDF 化セミナー (DENR)	DENR（会場）	酒井、稲谷、西本、 藤原、渡邊
11/26	環境天然資源省 (DENR)	Mr. Magaland, Albert A. Engr. Teresita A. Peralta Mr. Carmelita M. Passe	酒井、西本、藤原、 渡邊
	陸上交通許認可 規制委員会 (LTFRB)	Mr. Buenafe Ian Dominic	酒井、西本、藤原、 渡邊
	環境持続可能な イニシアティブ 交通ユニット (ESITU)	Mr. Ronald M Cartagena Ms. Maria Corazon R. Japson 他2名	西本、藤原、渡邊
11/27	Makati city	Mr. Arch. Elmer M. Cabrera	酒井、西本、藤原、 渡邊
	マニラ首都圏開 発庁 (MMDA)	Ms. Dir. MA. Josefina J. Faulan Mr. Michael Gison, Planning Dr. Loida Alzona 他2名	酒井、西本、藤原、 渡邊
	JICA フィリピン 事務所	山田様、福居様、河田様	酒井、西本、藤原、 渡邊

第四渡航（2016年1月18日～1月22日）

日	組織名	訪問先	訪問者
1/18	環境天然資源省 (DENR)	Ms. Eva S Ocfemina Ceso IV Ms. Jean Rosete Ms. Carmelita M. Passe Ms. Petra N. Aguilar Mr. Magaland Albert A.	酒井、西本、藤原、 渡邊
	JICA フィリピン 事務所	山田様、河田様	酒井、西本、藤原、 渡邊
1/19	運輸通信省 (DOTC)	Mr. Robert Siy Ms. Arian	酒井、西本、藤原、 渡邊
1/20	陸上交通許認可 規制委員会 (LTFRB)	Mr. Joel Bolano Mr. Buenafe Ian Dominic	酒井、西本、藤原、 渡邊
	Makati city	Mr. Arch. Elmer M. Cabrera Ms. Diane Joyce Perez	酒井、西本、藤原、 渡邊
	Makati city, Sister of Mayor	Ms. Gladys Peña Mr. Danilo V. Villas 社長 Mr. Arch. Elmer M. Cabrera Ms. Diane Joyce Perez Engr. Patrick C. Carullo	酒井、西本、藤原、 渡邊
1/21	マニラ首都圏開 発庁 (MMDA)	Ms. Dir. MA. Josefina J. Faulan Mr. Michael Gison Mr. Rey Reginaldo	酒井、西本、藤原、 渡邊
	製品企画局 (BPS)	Mr. Ariel	酒井、西本、藤原、 渡邊
	在フィリピン 日本大使館	鈴木商務官	酒井、西本、藤原、 渡邊
1/22	フィリピン大学 国家交通 研究センター (UP-NCTS)	Dr. Edwin N. Quiros 准教授	酒井、西本、藤原、 渡邊
	環境天然資源省 (DENR)	Engr. Teresita A. Peralta Ms. Carmelita M. Passe	酒井、西本、藤原、 渡邊

# バスのエンジン分解掃除

## 排ガスから比を守る

排ガスによる大気汚染が深刻な問題となっているフィリピンの首都マニラで、名古屋市のエンジン整備会社が市街を走る公共バスの黒煙を減らす取り組みを始める。整備不良のディーゼルエンジンを分解して清掃することで再生。零細なバス会社でも低コストで排ガス対策が可能になるという。(平井良信)

### 名古屋の「コクカ」低費用で



●分解掃除したディーゼルエンジンをバスに載せる現場の作業員。●マニラ市街を走る公共バス。排ガスによる大気汚染が深刻化している。いずれもフィリピンで(コクカ提供)



この会社は自動車や船舶、工場設備など幅広いエンジンの加工・修理を手掛ける「コクカ」(名古屋市南区)。国際協力機構(JICA)の中小企業海外展開支援事業に応募した計画が三月に採択され、現地で事業化に向けた調査を進めてきた。

マニラでは近年、急速な自動車の普及で大気汚染が進んでいる。市民の足である公共バスは製造後二十年以上のディーゼルエンジンが使われ、整備不良もあり、大量のすすや窒素酸化物(NOX)を含む排ガスをまき散らしている。

フィリピン政府は排ガス規制を来年以降強化する検討を始めている。九月にマニラを訪れたコクカの稲谷康幸部長は「二日で顔が真っ黒になった。三年前に訪れた時よりひどくなっていった」と語る。

コクカは、技術を長年、培った「オーバーホール」と呼ばれるエンジン分解掃除を実施し、さらに液化石油ガス(LPG)を吹き付け燃焼効率を高める方法で有害物質を減らすことを提案。マニラで運行する中古バスで実施したところ、すすの量が半減し、現地の基準値を下回った。燃費も15%向上した。

現地では大雨や台風のために道路が冠水し、電気系統が水に弱いハイブリッド車や電気自動車への置き換えが難しく、ディーゼルエンジンに頼らざるを得ない。

コクカのエンジン分解掃除の費用はバスを新たに購入する場合の十分の一以下の百万円程度に抑えられる。酒井憲一取締役は「資金余力のないバス会社でも排ガス対策が可能になる」と話している。

十一月にはJICAや現地の環境省と環境負荷を減らす交通インフラを考えるセミナーを開き、市民の意識向上を図る。酒井取締役は「同様の問題を抱える東南アジアの国は多く、フィリピンで効果が得られれば他の国にも展開していきたい」と話している。

## セミナーアジェンダ

### Agenda

1. Title	Seminar on “Future Project for the Dissemination of Diesel Dual Fuel (DDF) Technology for the Improvement of Urban Environment and Fuel Efficiency of Public Buses in Metropolitan Manila”	
2. Date	25 <sup>th</sup> November 2015 (Wednesday)	
3. Agenda	13:00 - 13:30	Reception
	13:30 - 13:40	1) Welcome Remarks Mr. Albert Altarejos Magalang, Chief, Climate Change Division, EMB, DENR
	13:40 - 13:50	2) Opening Remarks Mr. Tetsuya Yamada, Senior Representative, JICA Philippines office
	13:50 – 14:10	3) Status of air quality in Metro Manila and vehicle emission regulation Engr. Teresita Peralta, Air Quality Management Section, EMB-DENR
	14:10 - 14:30	4) Outline of expected ODA project Mr. Masatoshi Nishimoto, Director, Deloitte Touche Tohmatsu LLC
	14:30 - 15:00	5) Introduction of Diesel Dual Fuel (DDF) technology Mr. Kenichi Sakai, Project Planning Manager, Kokuka Co., Ltd.
	15:00 - 15:20	Coffee Break
	15:20 - 15:35	6) Pilot DDF conversion Mr. Homer Mercado, Company President of HM Transport Inc.
	15:35 - 15:55	Open Forum
	15:55 – 16:00	7) Closing Remarks Ms. Gigi Merilo, Environment Management System, EMB-DENR Mr. Masatoshi Nishimoto, Director, Deloitte Touche Tohmatsu LLC
16:00 - 16:30	8) Test run in DDF-converted bus, memorial photo and Q&A Mr. Ken Sakai, Project Planning Manager, Kokuka Co., Ltd.	
4. Venue	Environmental Management Bureau Air Quality Management Training Center, Conference Room A DENR Compound, Visayas Avenue, Diliman, Quezon City	

セミナー出席者

List of Participants

Organization	N	Name and Surname	Position
DENR	1	MAGALANG, ALBERT A.	Chief, Climate Change Division, EMB
	2	PASSE, CARMELITA M.	Sr. EMS, EMB
	3	MERILO, MA. GERARDA D.	Sr. EMS, EMB
	4	FLORES, JENNIFER	Sr. EMS, EMB
	5	OSORIO, JONAH MICAH	EMS, EMB
	6	ABAD, ROLANDO JR.	EMS, EMB
	7	DE GUZMAN, ALDJUMAR	EMS, EMB
	8	LLAGAS, DANDITH	Administrative Assistant II, EMB
	9	IRENE GRACEAYOR	EMB
	10	JOEL ROBASA	EMB- ASBU, EMB
	11	NIEL ALDRIN Y. CARPIO	EMB- ASBU, EMB
	12	F. BARCELONA	EMB- ASBU, EMB
	13	E. GAMBOA	EMB- ASBU, EMB
	14	V. LESXITO	EMB- ASBU, EMB
	15	TERESITA PERALTA	Board Secretary, Pollution Adjudication Board
LTFRB	16	BUENAFE, IAN DOMINIC	Senior Transportation Development Officer
LTO	17	CAGUETE, MARIA ELIZA V.	Senior Transportation Development Officer
DTI	18	ESPESO, MELCHOR O.	Trade and Industry Development Specialist, Bureau of Philippine Standards
DOST	19	AGUILAR, MARLON C.	Science Research Specialist I, PCIEERD
	20	HABANA, RACHEL R.	Senior Science Research Specialist, PCIEERD
DOE	21	IBUNA, ROSELLE L.	Sr. Science Research Specialist, Energy Utilization Mgt. Bureau
UP	22	ABAYA, ERNESTO	University Extension Specialist, National Center for Transportation Studies
	23	QUIROS, DR. EDWIN N.	Professor, Dept. of Mechanical Engineering. - Vehicle Research Testing Laboratory
	24	DALISAY, ENGR. DEWITT	Professor, Dept. of Mechanical Engineering. - Vehicle Research Testing Laboratory
City Government of Quezon	25	JANNETH F. ENGENID	
	26	JESMIN MALATE	
	27	GLAIZA ESPARRAGO	
	28	MANIC TORENTINO	
	29	EDWIN MADIAM	
City Government of Makati	30	LORELIE G SANCHEZ	
	31	NABLE, ENGR. RAYMOND NONNATUS A.	OIC-GSD-PRMO
	32	ANDRES, LAURO	OIC, Motor Vehicle
	33	CALPO, JORGE M. SR.	Transportation Planner, Public Safety Dept.
Bus operators	34	HOMER A MERCADO	President, HM Transport Inc.
	35	FERDINANDO GERADO I. ALO	Safety and security manager, Bicol Isarog Transport System, Inc., San Juan City
	36	AUSTRIA, JOSEPH	Operations Manager, Nicholas Albert/ ALRO Bus, Inc., Malabon City
	37	TORRES, ROBERTO	President, RRCG Bus Transport System Company, Inc., Cainta, Rizal

	38	Renante Ibago	Inspector, Roval Transport Corporation, Marilao, Bulacan
	39	RAMON M.	Pascual Liner, Novaliches, Quezon City
	40	ROBERT PASCUAS	Pascual Liner, Novaliches, Quezon City
Automotive service	41	SY, JOWETT	President, Philippine Automative Depot, Inc., Balintawak, Quezon City
	42	SY, JOHANN U.	Vice President, Philippine Automative Depot, Inc., Balintawak, Quezon City
Embassy of Japan	43	JUNICHIRO SUZUKI	Trade and Commercial Attaché
JICA Philippines Office	44	TETSUYA YAMADA	Senior Representative
	45	YUKI KAWADA	Project Formulation Advisor
	46	AMANDA ISABEL BACANI	Program Officer
Kokuka Co., Ltd.	47	KEN SAKAI	Project Planning Manager
	48	ATSUSHI INAYA	Director
Deloitte Touche Tohmatsu LLC	49	MASATOSHI NISHIMOTO	Director
	50	HIROSHI FUJIWARA	Manager
	51	YUKINORI WATANABE	Senior staff



## Questionnaire

We greatly appreciate your participation in our seminar. We hope you find it valuable to you. We would be thankful if you can take a few minutes to fill out this form and submit it to us at the end of this seminar.

- Q1. What organization do you belong to? (single answer)
- A. Public sector (DENR, and other related organizations)
  - B. Public sector (DOTC, and other related organizations)
  - C. Public sector (Other: )
  - D. Private company ( )
  - E. Other ( )
- Q2. How would you rate the seminar? (single answer)
- A. Very satisfied
  - B. Satisfied
  - C. Neutral
  - D. Dissatisfied
  - E. Very dissatisfied
  - F. Not sure
- Q3. Would you expect this project to proceed to the next phase? (single answer)
- A. Definitely
  - B. Probably
  - C. Maybe
  - D. Probably not
  - E. Definitely not
  - F. Not sure
- Q4. What kind of activities would you expect in the next phase? (multiple answers possible)
- A. Converting buses/trucks to DDF
  - B. Training staff and preparing manual for DDF conversion
  - C. Training staff and preparing manual for engine maintenance
  - D. Donating equipment ( )
  - E. Steering committee for relevant stakeholders
  - F. Other ( )
- Q5. What kind of incentive policies would it be necessary to promote the reduction of polluted gas emission with DDF technology? (multiple answers possible)
- A. Recommendation from the government (DDF logo, etc.)
  - B. Financing and subsidy
  - C. Tax incentives (vehicle tax, fuel consumption tax, VAT, etc.)
  - D. Exemption from plate number coding scheme
  - E. Other ( )
- Q6. This Q is only for Private company.  
Do you consider investing in DDF conversion in the near future?  
(single answer)
- A. Definitely
  - B. Probably
  - C. Maybe
  - D. Probably not
  - E. Definitely not
  - F. Not sure
- Q7. Please let us know any comments and suggestion that you might have.

Thank you very much for you cooperation.

英文要約・ポンチ絵

Feasibility Survey with the Private Sector  
for Utilizing Japanese Technologies  
in ODA Projects  
“Improvement of Urban Environment and  
Fuel Efficiency by Converting Public Bus  
Engines to Diesel Dual Fuel (DDF)  
Engines”

Summary Report

Philippines

March 2016

KOKUKA Co, Ltd.



## 1. Concerned Development Issues

According to report “No. 51683 the Philippines: Country Environmental Analysis 2009”, published by the World Bank, urban areas in the Philippines are facing serious air pollution caused by rapid motorization. In order to address the worsening air pollution in the Philippines, the Philippines Government has implemented various environmental protection measures such as the Clean Air Act. The Clean Air Act, enacted in 1999, regulates emissions from individual vehicles. In addition, under the latest emission related regulation, DENR Administrative Order No. 2015-04<sup>1</sup>, new vehicles are regulated by Euro IV standards<sup>2</sup> and vehicles in use that are registered after 2008 are regulated by Euro III equivalent standards<sup>3</sup>. In the Philippines Development Plan 2011-2016, the government set a target to reduce total suspended particulate matters by 30% compared to 2009 levels. Moreover, the DOTC Department Order No. 2002-30<sup>4</sup> requires that buses that exceed their legal useful life of 15 years after their registration be removed from service.

Pollution has reached harmful levels causing 1.5 million patients to suffer from respiratory-related ailments every year. According to the National Economic and Development Authority (NEDA), the emissions from road transportation such as automobiles account for 65% of the air pollution. Hence, controlling emissions from automobiles is one of the most urgent issues that the Philippines faces.

In the Philippines, many bus operators use second-hand buses with low fuel efficiency that emits more air pollution such as NO<sub>x</sub>, SO<sub>x</sub>, particulate matter (PM), etc. In Metropolitan Manila, which is home to about 10,000 buses and 1,000 bus operators. Such bus operators are mostly small businesses that operate around 10 buses and are not well-capitalized to refurbish their buses to meet the emission standards.

## 2. Products and Technologies

### (1) Features of Products and Technologies

The Diesel Dual Fuel (DDF) conversion technology for bus diesel engines has been introduced in this Feasibility Study (F/S). DDF conversion is a technology that can automatically blend Diesel and Liquefied Petroleum Gas (LPG) according to a fuel injection ratio that utilizes an electronic control fuel injection system. This conversion improves fuel efficiency by co-injecting these fuels, and as a result, it reduces CO<sub>2</sub> emissions and harmful exhaust gases and substances. As shown in Figure 1, diesel engines in conventional buses can be modified by mounting a LPG cylinder and a gas injection control device.

---

<sup>1</sup> Enacted by Department of Environment and Natural Resources (DENR) in 2015

<sup>2</sup> Euro IV requirements; CO:1.5g/kWh, HC:0.46g/kWh, NO<sub>x</sub>:3.5g/kWh, PM:0.02g/kWh

<sup>3</sup> Euro III requirements; CO:2.1g/kWh, HC:0.66g/kWh, NO<sub>x</sub>:5.0g/kWh, PM:0.10g/kWh

<sup>4</sup> Enacted by Department of Transportation and Communications (DOTC) in 2002



Figure 1 DDF conversion

As a common practice, replacing a conventional diesel engine with a clean diesel engine costs four times more than a DDF conversion. The DDF conversion, which improves fuel efficiency and cleans exhaust gases from automobiles with low investment requirement, can be one alternative solution, particularly for developing countries facing environmental issues.

Buses with DDF-converted engines will meet not only the Euro III standards but also local emission standards<sup>5</sup> for in-use heavy duty vehicles.

A comparison of environmental performance and cost among a conventional diesel engine, DDF-converted engine and clean diesel engine is shown in Table 1. In addition to the DDF conversion technology, maintenance technology of engine parts and engine recondition that KOKUKA possesses will also contribute to further improvement of an engine’s performance.

Table 1 Comparison of environmental performance and cost among the three engines

	Conventional diesel engine	DDF-converted engine	Clean diesel engine
Fuel	Diesel	Diesel + LPG	Diesel
Environmental regulation	Euro I standards	Euro III standards	Euro IV standards or more
Improvement technology	Standard (for comparison)	DDF kit + LPG cylinder	Engine replacement
Cost	Standard (for comparison)	+7,500 USD	+33,000 USD

## (2) Specification of Products and Technologies

Results of emission tests on DDF-converted engines conducted by KOKUKA are indicated in Figure 2. Compared to the emission test for a conventional diesel engine based on the Euro I standards, emission test for a DDF conversion saw a reduction of NOx, CO, total HC and PM by 40%, 90%, 35% and 70 %, respectively. Therefore, DDF technology improves energy efficiency by around 15%.

<sup>5</sup> DENR Administrative Order No. 2015-04, amended in March 24<sup>th</sup> 2015

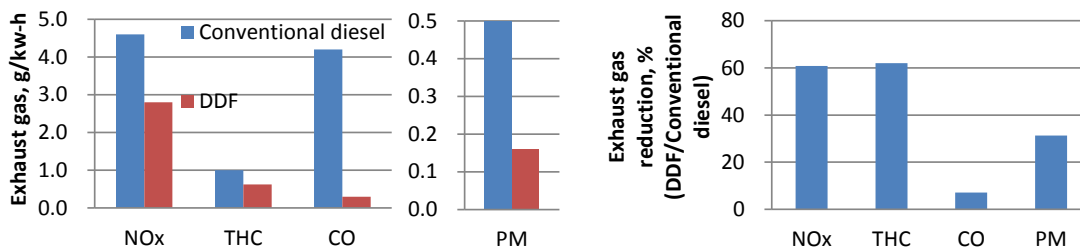


Figure 2 Emissions test on DDF engines

### 3. Survey Outline

The F/S was conducted from May 2015 to March 2016 in the Philippines. Activities and results to prepare for the Official Development Assistance (ODA) project are as follows.

#### (1) Pilot DDF Conversion

A pilot DDF conversion was conducted for a particular bus owned by one of the private bus operators. Prior to the DDF conversion, the bus was out of service because it failed to meet the emission standards based on an emission test performed in August 2015.

A Japanese DDF engineer, supported by trained local mechanics, converted a diesel engine to a DDF engine according to the process shown in Figure 3. At the beginning, they overhauled the diesel engine. After attaching one electronic throttle and one sensor to the overhauled engine, the engine and two LPG cylinders were mounted on the bus. A DDF kit (i.e., one engine control unit, one gas injection control device, etc.) was attached to the engine for DDF conversion. At the end, mapping and adjusting the DDF-converted bus were conducted to optimize engine performance and to reduce emission gases.

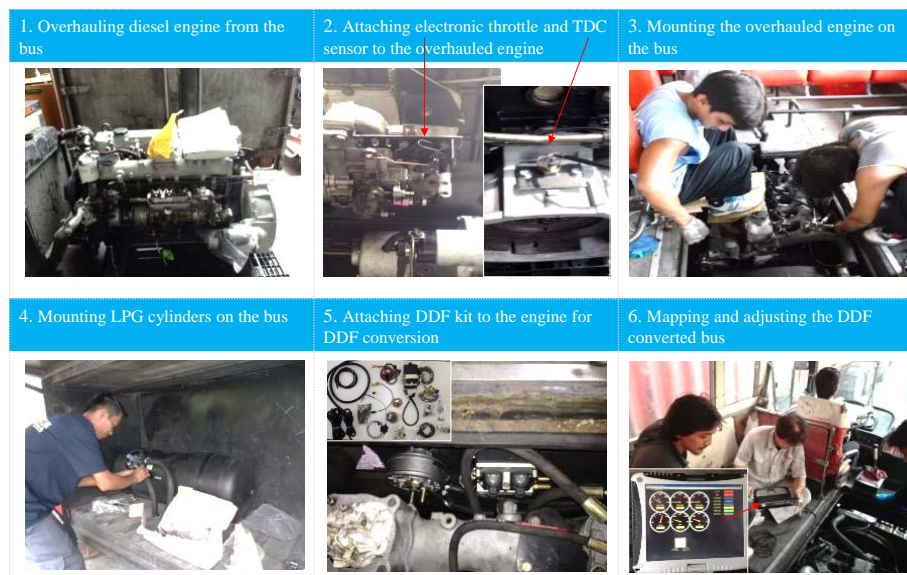


Figure 3 DDF conversion procedures

Results from the pilot DDF conversion showed that the light absorption coefficient decreased from  $2.111\text{m}^{-1}$  to  $1.033\text{m}^{-1}$ , which is below the gas emissions standard ( $2.000\text{m}^{-1}$ ). In

the test-run, fuel efficiency increased from 3.19 km/L to 4.26 km/L (Table 3). The payback period for the DDF conversion is around two years, which means that DDF conversion can be an affordable and alternative solution for bus operators.

Table 3 Engine performance before and after DDF conversion

	Emissions test (Light absorption, m <sup>-1</sup> )	Fuel efficiency (km/L)
Before DDF conversion	2.111	3.19
After DDF conversion	1.033	4.26
Target	< 2.000	> 4.00

## (2) Seminar

A seminar on “Future Project for the Dissemination of DDF Conversion Technology for the Improvement of Urban Environment and Fuel Efficiency of Public Buses in Metropolitan Manila” was co-hosted by DENR and KOKUKA on November 25<sup>th</sup>, 2015. Major topics included air quality status in Metro Manila, expected ODA project, introduction of DDF conversion technology and results of the pilot DDF conversion. 51 participants attended the seminar (42 from the Philippines, 4 from Japan and Seminar organizers 5). At the end of the seminar, a survey questionnaire was conducted and answers were obtained from 21 participants. The results are shown below.

- More than 75% of respondents expect that this project will proceed to the next phase (verification survey).
- For the next phase, most of the respondents highly requested a “Training for DDF conversion”, “Converting buses and trucks to DDF” and “Training for DDF maintenance”.
- Respondents were interested in major incentives: “Recommendation from the government”, “Tax incentives”, and “Financing and Subsidy”. During the open discussion, one of the participants (a bus operator) commented on the phase-out rule of 15 years from the registration year that a two year extension be granted as an incentive to promote DDF conversion. The Land Transportation Franchising and Regulatory Board (LTFRB) responded that they are open to the idea of a two year extension for DDF-converted buses as applied on LPG taxis but further discussion with the DOTC is necessary.
- Six out of eight bus operators had a positive impression of converting their buses to DDF engines. Also, three out of the six bus operators answered that they have a “high interest” in DDF conversion.

## 4. Proposed ODA Projects and Expected Impacts

### (1) Proposed ODA Projects

#### a) Title

After the completion of the F/S, the following phase of the ODA project, ‘Verification survey with the private sector for disseminating Japanese technologies for improvement of energy efficiency and mitigation of air pollution in the public transportation in Metropolitan

Manila', is expected to be implemented.

b) Purpose of the ODA Project

The purpose of the ODA project is to improve air quality and fuel efficiency in the transportation sector by converting conventional diesel engines to DDF-converted engines for public buses.

c) Counterpart (C/P) Candidate

The C/P candidate in this ODA project is City Government of Makati in Metropolitan Manila.

d) Outline of the ODA project

Outline of the ODA project is indicated in Figure 3. The overall goal is to 'Improve air quality and fuel efficiency in public buses for Metropolitan Manila by encouraging the use of DDF conversion technology. The project in the verification survey is aimed to confirm the validity of DDF conversion technology for public buses and to establish sustainable DDF conversion based on three main activities: further improving the performance of DDF, developing capacity and disseminating the use of DDF technology.

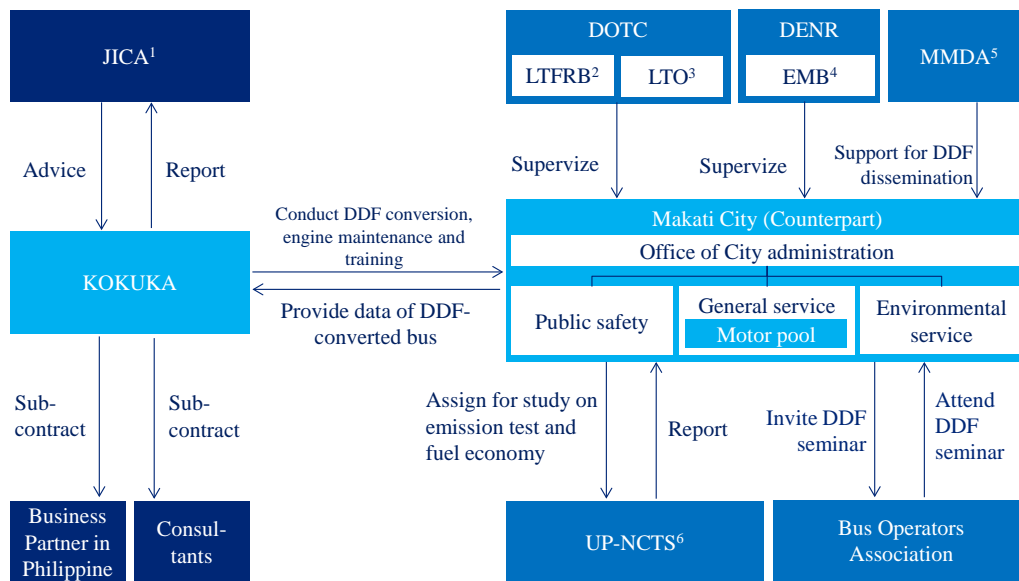
Purpose of the ODA project: Confirming the validity of DDF conversion for public buses and establishing sustainable DDF conversion	
Output	Activities
Output 1: DDF conversion will improve fuel efficiency, exhaust gas and air quality	1-1 Convert heavy duty vehicles to DDF 1-2 Test environmental performance and fuel efficiency of DDF converted buses 1-3 Optimize of DDF conversion service
Output 2: Transfer of DDF conversion technology to local staff	2-1 Train staff for DDF conversion and engine maintenance 2-2 Prepare manual for DDF conversion 2-3 Prepare manual for DDF engine maintenance
Output 3: The effect of DDF on public buses will be well-known	3-1 Hold steering committees to explain project concept and progress as well as to prepare roadmap 3-2 Hold DDF seminars for private bus operators 3-3 Investigate incentive policies for promotion of DDF conversion

Figure 3 Outline of the ODA project

e) Overview of all relevant stakeholders

Relationships of relevant stakeholders (i.e., C/P candidate, supervisory organizations, bus association and others) are described in Figure 4.





<sup>1</sup> Japan International Cooperation Agency (JICA)  
<sup>2</sup> Land Transportation Franchising and Regulatory Board (LTFRB)  
<sup>3</sup> Land Transportation Office (LTO)  
<sup>4</sup> Environmental Management Bureau (EMB)  
<sup>5</sup> Metropolitan Manila Development Authority (MMDA)  
<sup>6</sup> University of Philippines – National Center for Transportation Studies (UP-NCTS)

Figure 4 Relationships of relevant stakeholders

(2) Expected Impacts

Expected impacts for public buses in Metropolitan Manila are the improvement of fuel efficiency, reduction of emissions such as PM and CO<sub>2</sub>. Based on KOKUKA’s estimation, if 1,000 buses in Metropolitan Manila are converted to DDF engines, the impact would be as follows:

- annual cost reduction of fuel is around 5.5 million USD,
- annual CO<sub>2</sub> emissions reduction is 32,100 tons.

These numbers will be recalculated based on updated information obtained from the verification survey.

Type(Project Formulation Survey)  
【Philippines】Feasibility Survey for Improvement of Urban Environment and Fuel Efficiency by  
Converting Public Bus Engines to Diesel Dual Fuel(DDF)Engines

**SMEs and Counterpart Organization**

- Name of SME : KOKUKA Co, Ltd.
- Location of SME : Nagoya, Japan
- Survey Site: Manila Metropolitan area, Philippines
- Counterpart Organization : DOTC (Department of Transportation and Communication) etc.



**Concerned Development Issues**

- Traffic congestion and air pollution due to population growth and economic development in the Manila metropolitan area
  - ✓ Old public buses fail to meet exhaust emission regulation and
  - ✓ are low fuel-efficient

**Products and Technologies of SMEs**

- Conversion of public bus diesel engines to Diesel Dual Fuel(DDF) engines
- Maintenance services for engines or other auto parts

**Proposed ODA Projects and Expected Impact**

- Reduction of exhaust emissions (NOx, PM, GHG), 15% improvement of fuel efficiency and improvement of urban environment by converting 10,000 public bus diesel engines in Manila metropolitan to DDF engines
- Reduction of initial investment and industrial waste by reusing the same engines
- Capacity development of local engineers by cooperating with local partners for DDF conversion techniques

**Future Business Development of SMEs**

- Market expansion in the Philippines by converting public bus diesel engines to DDF engines
- Improvement of maintenance services and development of business network by cooperating with local partners