

モンゴル国

モンゴル国
ウランバートル市の
ディーゼル路線バスの DPF による
黒煙低減計画に関する案件化調査
業務完了報告書

平成 28 年 10 月
(2016 年)

独立行政法人
国際協力機構 (JICA)

株式会社コモテック

国内
JR (先)
16-108



①UB市内を黒煙を吐きながら走行する公共交通用大型バス



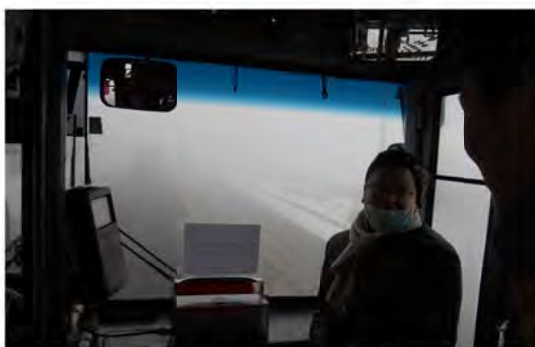
②DPF（モコビー）のDaewoo製バスへの搭載作業



③モコビーCT3搭載を完了したDaewoo製バス



④走行調査用にウェイトを搭載したDaewoo製バス車内



⑤直前の車両が視認できないUB市内の大気汚染状況



⑥走行テスト中のDaewoo製バス



⑦UB市交通局職員へのモコビーの説明



⑧屋外氷点下でのフィルタ再生テスト



⑨「大気汚染削減対策案に関する協議会」でのDPF（モコビー）のプレゼンテーション



⑩「大気汚染削減対策案に関する協議会」での論議



⑪「大気汚染削減対策案に関する協議会」のデモンストレーション用パネル



⑫モコビーのデモンストレーションを見学する協議会参加者一同



⑬モコビーのデモンストレーションを見学するUB市副市長一行



⑭「北東アジア都市会合」でのDPF（モコビー）のプレゼンテーション



⑮モコビーのデモンストレーションを見学するUB市市議会議員一行



⑯モコビーのデモンストレーションを見学するバス運営会社の担当者

目 次

巻頭写真	I
目次	III
略語表	VI
図表リスト	VII
要約	X
はじめに	
1 調査名	1
2 調査の背景	1
3 調査の目的	1
4 調査対象国・地域	1
5 団員リスト	1
6 現地調査行程	2
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	3
1-2 対象国・地域の対象分野における開発課題	3
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（外資政策を含む）及び 法制度	6
1-3-1 モンゴル国の案件化調査対象分野における開発計画	6
1-3-2 モンゴル国政府の大気汚染に関する組織	7
1-3-3 法制度	8
1-3-4 モンゴル国側の役割と体制、予算、今後の動向	10
1-4 対象国・地域の対象分野における ODA 事業の先行事例分析及び他ドナーの分析	10
1-4-1 日本の ODA 事業	10
1-4-2 UBCAP (Ulaanbaatar Clean Air Project)	11
1-5 対象国のビジネス環境の分析	12
1-5-1 政府投資計画	12
1-5-2 外国投資全体の状況	12
第2章 提案企業の製品・技術の特徴及び海外事業展開の方針	
2-1 提案企業の製品・技術の特長	14
2-1-1 業界分析	14
2-1-2 提案製品・技術の特長	15
2-1-3 国内外の同業他社、類似製品及び技術の概況	19
2-1-4 提案製品・技術と代替手段との比較	19
2-1-5 コスト面（イニシャルコスト、ランニングコスト）、採算性について	21
2-2 事業展開の方針	21
2-2-1 海外進出の位置づけ	21
2-2-2 事業展開の方針	22
2-3 提案企業の海外進出によって期待される我が国の地域経済への貢献	23

2-3-1	大学・行政機関等との連携活動や地元経済への貢献実績	23
2-3-2	海外展開で見込まれる地元経済・地域活性化への貢献	25
第3章 ODA 事業での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・技術の現地適合性検証方法	26
3-1-1	案件化調査開始前の試用	26
3-1-2	案件化調査の概要	27
3-2	製品・技術の現地適合性検証結果	45
3-2-1	各調査の結果	45
3-2-2	DPF(モコビー)の適合性	61
3-2-3	DPF(モコビー)の課題	62
3-3	対象国における製品・技術のニーズの確認	63
3-3-1	製品・技術の検証	63
3-3-2	ニーズの確認	64
3-4	対象国の開発課題に対する製品・技術の有効性及び活用可能性	65
第4章 ODA 案件化の具体的提案		
4-1	ODA 案件概要	66
4-1-1	具体的な ODA スキーム名称及び概要	66
4-1-2	当該製品・技術を必要とする開発課題及び期待される成果	68
4-2	具体的な協力計画及び期待される開発効果	71
4-2-1	目的・成果・活動	71
4-2-2	投入	72
4-2-3	実施体制	75
4-2-4	活動計画・作業工程	76
4-2-5	事業額概算	77
4-2-6	本提案事業後のビジネス展開	77
4-3	他 ODA 案件との連携可能性	78
4-4	ODA 案件形成における課題と対応策	78
4-4-1	課題及び対応策	78
4-4-2	収益への対応	79
第5章 ビジネス展開の具体的計画		
5-1	市場分析結果	80
5-1-1	ターゲットとする市場との関連	80
5-1-2	需要規模	82
5-1-3	競合相手の状況	83
5-1-4	法的規制・優遇策・支援策	83
5-1-5	ターゲットとする価格	84
5-2	想定する事業計画及び開発効果	
5-2-1	事業計画	86
5-2-2	事業戦略	86
5-2-3	想定する海外ビジネス展開の実施体制	89

5-2-4	各種計画	90
5-2-5	海外ビジネスの事業化に向けたスケジュール	92
5-2-6	提案企業が事業展開した場合の開発効果について	93
5-3	事業展開におけるリスクと対応策	94
5-3-1	法制上のリスクと対応	94
5-3-2	金融リスクと対応	94
5-3-3	環境リスクと対応	94
5-3-4	労務リスクと対応	94
5-3-5	政治リスクと対応	94
5-3-6	社会的リスクと対応	95
第6章 その他		
6-1	その他参考情報	96
6-1-1	Euro 規制について	96
別添資料		97~107
1.	建設通信新聞記事に紹介された DPF (モコビー) の記事	
2.	モコビーCT3 搭載 Daewoo 製バスの車検の合格証明証	
3.	モコビー搭載 Daewoo 製バス、Zhongtong 製バス搭載設計図 (CT3、CTG99)	
4.	「大気汚染削減対策案に関する協議会」のアジェンダ	
5.	「大気汚染削減対策案に関する協議会」で発表した DPF (モコビー) のモンゴル語の プレゼンテーション用原稿	
6.	「北東アジア都市会合」のアジェンダ	
7.	「北東アジア都市会合」で発表した DPF (モコビー) のプレゼンテーション用原稿	
8.	「大気汚染削減対策案に関する協議会」及び「北東アジア都市会合」の デモンストレーションで配布したモンゴル語の DPF (モコビー) のカタログ	
9.	「大気汚染削減対策案に関する協議会」及び「北東アジア都市会合」の デモンストレーション用に作成した DPF (モコビー) 説明用のモンゴル語のパネル	
10.	モンゴルの新聞に紹介された「北東アジア都市会合」でのデモンストレーションに 関するモコビーの記事	
英文要約		1~14

略語表

AQDCC	Air Quality Department of Capital City	市大気質庁
APRDCC	Air Pollution Reduction Department of Capital City	大気汚染削減庁
CAF	Clean Air Foundation	大気清浄基金
CC	Cubic Centimeter	立方センチメートル
CLEM	Central Laboratory of Environment and Meteorology	環境・度量衡中央ラボラトリー
DPF	Diesel Particulate Filter	ディーゼル微粒子除去装置
FIFTA	Foreign Investment and Foreign Trade Organization	外国投資貿易庁
GDP	Gross Domestic Product	国内総生産
GPS	Global Positioning System	全地球測位システム
JATA	Japan Automobile Transport Technology Association	日本自動車輸送技術協会
JETRO	Japan External Trade Organization	日本貿易振興機構
JICA	Japan International Cooperation Agency	国際協力機構
MEGDT	Ministry of Environment, Green Development and Tourism	環境・グリーン開発観光省
MNS	Mongolian National Standard	モンゴル局国家基準
MNT	Mongolian Tughrig	モンゴル通貨トゥグルグ
NAMEM	National Agency for Meteorology and Environment Monitoring	国家気象・環境モニタリング庁
NAQO	National Air Quality Office	国家大気質局
NCAPR	National Committee for Air Pollution Reduction	大気汚染低減国家委員会
PM	Particulate Matter	粒子状物質
RV	Recreational Vehicle	レクリエーション用車両
SiC	Silicon Carbide	炭化ケイ素
SPM	Suspended Particulate Matter	浮遊粒子状物質
UB	Ulaanbaatar	ウランバートル
UBCAP	Ulaanbaatar Clean Air Project	世銀の大気汚染低減プロジェクト
USD	United State Dollar	米国ドル

度量衡

℃	温度の単位（摂氏）
g/km/t	車両1トン当たり、1km 走行時に排出されるPM等の量（グラム）
g/kWh	車両出力 1 kWh 当たりに排出されるPM等の量（グラム）
km/h	車両1時間当たりの走行距離（キロメートル）
kPa	圧力の単位Pa（パスカル）の1000倍の圧力
L/km	車両が1km走行するのに要する燃料の体積（リッター）
ppm	100万分の1を表す単位
$\mu\text{g}/\text{m}^3$	1立方メートル当たり100万分の1グラム
μm	100万分の1メートル

付表

はじめに	表 1 調査団員リスト
	表 2 現地調査行程
第 1 章	表 1-1 現況の輸送に係る条件と制度について、UB 市と東京都の比較
	表 1-2 大気汚染に係る機関とその管掌分野
	表 1-3 大気汚染法に定められた汚染源の支払額
	表 1-4 実施あるいは予定の日本の ODA 事業
第 2 章	表 2-1 モコビーCT 搭載の有無による黒煙&PM 除去試験データ
	表 2-2 モコビーCT の主要スペック
	表 2-3 製品価格表
	表 2-4 「モコビー」と他社製の DPF の比較
	表 2-5 「モコビー」と他社の DPF の性能と適応性の比較
第 3 章	表 3-1 調査日程
	表 3-2 夏期走行調査の条件
	表 3-3 テスト日程
	表 3-4 排出ガス調査時間帯と調査ルート
	表 3-5 調査車両の諸元
	表 3-6 車載型排出ガス計測装置の概要
	表 3-7 排出ガス調査日程
	表 3-8 フィルタに捕集されたススの量
	表 3-9 各走行調査の比較表
	表 3-10 Zhongtong 製バスの走行動態
	表 3-11 Daewoo 製バスの走行動態
	表 3-12 Zhongtong 製バスの速度 17km/h における排出率等
	表 3-13 Daewoo 製バス速度 17km/h における排出率等
	表 3-14 黒煙排出量測定値
	表 3-15 燃料消費率測定値
	表 3-16 エンジンメンテナンス前後のアッシュの量
第 4 章	表 4-1 ODA 案件の目的・成果・活動
	表 4-2 導入する機材の仕様、数量及び価格
	表 4-3 「普及・実証事業」実施に必要とする機材
	表 4-4 ODA 案件実施における課題と対応策
第 5 章	表 5-1 ビジネス開始後、各年次の借入及び返済額
	表 5-2 年度別収支計画
	表 5-3 年度別事業キャッシュフロー (CF)
第 6 章	表 6-1 HD ディーゼル車用 EU 排出規制

付図

- 第 1 章
 - 図 1-1 SPM (Suspended Particulate Matter、浮遊粒子状物質) の分類
 - 図 1-2 2006 年～2012 年の各年の政府投資金額の実績
- 第 2 章
 - 図 2-1 DPF (モコビー) を搭載したバス
 - 図 2-2 DPF (モコビー) 搭載部
 - 図 2-3 モコビーCT 及びモコビーRE の概要
 - 図 2-4 DPF (モコビー) のシステム全体図
 - 図 2-5 DPF の有無による粒子数濃度
 - 図 2-6 モコビーCT 組替えの一例
- 第 3 章
 - 図 3-1 DPF (モコビー) 装着と DPF なしの場合の PM 排出量の比較
 - 図 3-2 走行調査時における Daewoo 製バスの全景
 - 図 3-3 モコビーCT3 取付状況
 - 図 3-4 走行試験用計測機器 (車内)
 - 図 3-5 モコビーCT3 搭載レイアウト
 - 図 3-6 市街地ルート (市内とゲル地区を走行する代表的なルート)
 - 図 3-7 市郊外ルート (市内と山岳地を結ぶアップダウンの多いルート)
 - 図 3-8 再生装置 (モコビーRE) と屋内での再生作業
 - 図 3-9 屋外での再生作業
 - 図 3-10 再生装置温度測定位置
 - 図 3-11 フィルタサイズ比較
 - 図 3-12 CTG99 搭載状況
 - 図 3-13 低圧損及び標準フィルタ形状の比較
 - 図 3-14 テスト車両 (Daewoo 製バス) 外観
 - 図 3-15 走行試験用計測機器
 - 図 3-16 モコビーCTG99 搭載レイアウト
 - 図 3-17 調査車両 (Zhongtong 製バス) とモコビーCT3 取付状況
 - 図 3-18 車載型排出ガス計測装置 (車室内)
 - 図 3-19 車載型排出ガス計測装置 (車室外)
 - 図 3-20 排出ガス調査ルート 1 (平和通りルート)
 - 図 3-21 排出ガス調査ルート 2 (環状ルート)
 - 図 3-22 排出ガス調査ルート 3 (高速)
 - 図 3-23 走行時の排気温度と排気圧力の推移 (UB 市郊外ルート)
 - 図 3-24 走行距離と排気圧力の関係 (UB 市郊外ルート)
 - 図 3-25 走行時の排気温度と排気圧力の推移 (市街地ルート)
 - 図 3-26 走行距離と排気圧力の関係 (市街地ルート)
 - 図 3-27 冷間始動時の白煙発生状態
 - 図 3-28 屋内 (15℃) での再生時のフィルタ内部温度の推移
 - 図 3-29 フィルタに残ったアッシュ
 - 図 3-30 屋外 (-17℃) での再生時のフィルタ内部温度の推移
 - 図 3-31 走行時の排気温度と排気圧力の推移

	図 3-3 2	走行調査結果
	図 3-3 3	走行前後のフィルタ表面の比較 (SD031)
	図 3-3 4	スス捕集時のフィルタ断面模式図
	図 3-3 5	Zhongtong 製バス運行毎の平均車速
	図 3-3 6	Daewoo 製バスの運行毎の平均車速
	図 3-3 7	Zhongtong 製バス PM 排出率
	図 3-3 8	Zhongtong 製バス NOx 排出率
	図 3-3 9	Zhongtong 製バス燃料消費率
	図 3-4 0	Daewoo 製バス PM 排出率
	図 3-4 1	Daewoo 製バス NOx 排出率
	図 3-4 2	Daewoo 製バス燃料消費率
	図 3-4 3	エアフィルタから落下した粉塵
	図 3-4 4	大勢の市民が利用するバス停留所
第 4 章	図 4-1	「大気汚染削減対策案に関する協議会」でのプレゼンテーション及び ガーゼテスト状況
	図 4-2	ガーゼテスト結果比較 (左はモコビー未使用、右はモコビー使用)
	図 4-3	「北東アジア都市会合」でのプレゼンテーション及びデモンストレー ション
	図 4-4	実施体制図
	図 4-5	活動計画及び作業工程図
第 5 章	図 5-1	黒煙モウモウで走行するバス
	図 5-2	日本の無償資金協力で供与された UB 市のゴミ収集車
	図 5-3	UB 市のフォークリフトと小型トラックに取付けた DPF (モコビー)
	図 5-4	モンゴル国の部品製造会社
	図 5-5	モンゴル国の部品製造会社
	図 5-6	販売活動のグループ分け
	図 5-7	新聞に掲載された黒煙の入ったペットボトル
	図 5-8	ビジネス展開の実施体制
	図 5-9	海外ビジネスの事業化に向けたスケジュール

別添資料
英文要約

要約

本案件化調査は、株式会社コモテック（以下、コモテック）の提案製品をモンゴル国において導入することで、同国の開発課題の解決を図ることを目指したものである。具体的には、モンゴル国の首都ウランバートル（以下、UB）市の大気汚染の原因のひとつである大型公共交通用大型バスのディーゼルエンジン排出ガスの黒煙を除去するために、日本国内で有効であるコモテック製の後付けカセット式粒子状物質減少装置（DPF：Diesel Particulate Filter）「モコビー」（以下 DPF（モコビー））の導入によって低減が可能であるかどうかをテストすることであり、本案件化調査終了後の民間提案型普及・実証事業の提案を念頭に、事前準備調査という位置付けで国際協力機構（JICA）の公示に企画書を提出して応募し、採択され、本調査を実施した。

第1章 対象国・地域の現状

モンゴル国 UB 市にはモンゴル国の総人口約 300 万人の内、45%以上の人口が集中している。モンゴル国は内陸国であり、UB 市内の大気汚染が大きな環境問題となっている。UB 市の大気汚染の発生源は、JICA 技術協力プロジェクト「ウランバートル大気汚染対策能力強化プロジェクトフェーズ 1」（以下、技プロフェーズ1）報告書によると、冬場はゲル地区の石炭ストーブが 80%、交通機関からが 10%、火力発電所、ゴミ、土壤汚染からが 10%となっている。しかし UB 市大気質庁がウェブサイトで実施している市民アンケート調査結果では、主な大気汚染源として自動車を選んだ人が 45.5%、ゲル地区の家庭を選んだ人が 43%となっており、自動車が最大の汚染源であると市民は考えていることが分かる。夏場は石炭ストーブからの大気汚染はなく、交通機関からの大気汚染の寄与が 50%以上と非常に大きい。市民アンケート調査の結果は、UB 市の中心部は冬季集中暖房が実施されているため、郊外のゲル地域にくらべると、石炭ストーブからの黒煙による大気汚染よりも公共交通用大型バスの排出ガスによる汚染に市民が敏感になっていることがあると考えられる。また、夏季の交通機関による汚染の内 60%が公共交通用大型バスの排出ガスと推定されている¹。大気汚染は、冬季に PM10 の最高月平均濃度が 1,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ で推移し、年間を通してモンゴル国の環境基準（24 時間値 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、年平均値 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）を超える高濃度となるなど、市民への健康リスクが高まっている²。特にディーゼルエンジンの排出ガスに含まれる PM（Particulate Matter：微粒子）は、自然界に存在しない直径 0.02～2 μm のナノ粒子が多く、ぜんそく、アレルギー、肺がん等の原因になると指摘されている³。

このような状況からモンゴル国政府は大気汚染に真剣に取り組み始め、冬季の大気汚染の 80%が原因とされる石炭燃焼による汚染対策は、世界銀行の UBCAP により 2012 年から実施されている。一方、市内を走る公共交通用大型バスが排出する黒煙を低減することが、市民の健康を守るために不可欠であることが関係者により認識されるようになり⁴、近年、製造後 12 年を超えた車両の公共交通使用の禁止、排出ガス基準の制定、軽油のイオウ分の規制、大気汚染原因の車両への税の負担など規制を強化するようになってきた。しかし、軽油のイオウ成分の規制値は現在 2,000ppm⁵以下であり、すぐに改善することは難しい状況にある。

1 JICA 地域別研修「都市における自動車公害対策」コースのフォローアップセミナー（2012 年 3 月、UB 市）の資料 P19 による。

2 出典：JICA 技術協力プロジェクト「ウランバートル大気汚染対策能力強化プロジェクト（フェーズ 2）」案件概要表（JICA Homepage, プロジェクト基本情報）2014 年 06 月 03 日現在

3 嵯峨井 勝著 ディーゼル排気ガス汚染、合同出版

4 案件化調査団の関係機関（道路交通省、UB 市大気質庁、UB 市交通局等）との協議に基づく。

5 日本、EU、アメリカ等はイオウの含有量を 10ppm 以下に規制されている。



出典：JICA 調査団作成

図1 黒煙モウモウで走行するバス

第2章 提案企業の製品・技術の特徴及び海外事業展開の方針

コモテックが開発した DPF(モコビー)は後付け・着脱方式で、DPF 本体(モコビーCT)⁶及び外部のフィルタ再生装置(モコビーRE)より成り立っており、簡単・確実に黒煙&PM を除去でき、黒煙除去率 99.9%以上、PM 除去率 90%以上を達成している。また、モコビーCT はフィルタと圧力計より成り立っており、非常にシンプルな構造で故障の心配がなく、信頼性・耐久性が高い。更に、モコビーCT に使われるフィルタはファインセラミックス製で、ディーゼル機関から排出される自然界に存在せず、かつ健康被害の主要な原因となる μm 単位のディーゼル排気ナノ粒子を 99%以上捕集できることが報告されている⁷。先進国では黒煙&PM 除去に使われている DPF は触媒方式のものがほとんどであり、DPF の機能を維持するためには市販されている軽油に含まれるイオウの含有量が 10ppm 以下 (EuroVI) であることが求められている。一方、モンゴル国を含む途上国で使われている軽油のイオウ含有量は 2,000ppm 以下あるいは EuroIV 規制の 50ppm であり、このような規制の下では触媒方式の DPF は使用できない。

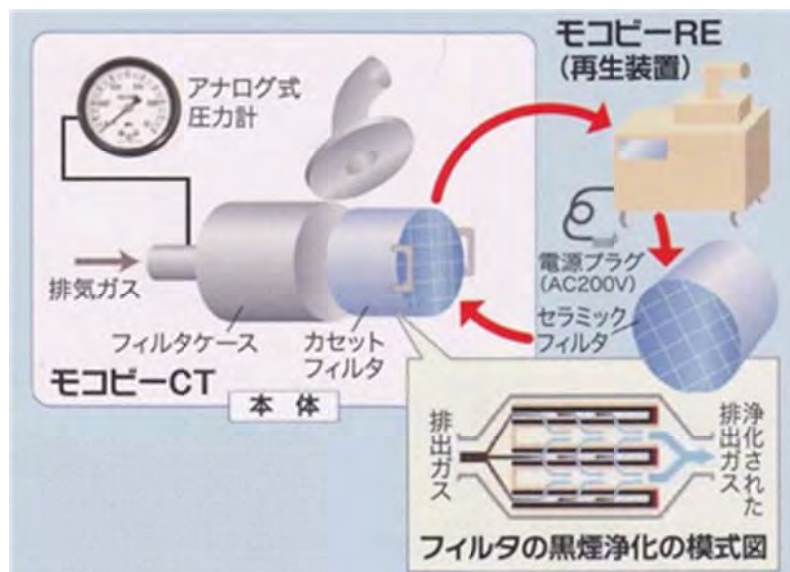
他社製の DPF は排気系統への固定式で、触媒を使用してススを燃焼させる再生方式であり、市街地走行等の低速低負荷運転では排気温度が低く、触媒が十分働かないためフィルタが目詰まりしやすい。また、高イオウ軽油では触媒が劣化するため使用できない。一方 DPF(モコビー)はこれらの問題を解決したもので、触媒を使用しないで外部電源でススを燃焼させるため、バスのように主に市街地を低速で走行する車両でもフィルタの目詰まりが発生せず、またモンゴル国の高イオウ軽油でも安心して使用できる。

DPF(モコビー)の海外ビジネス展開の基本的問題点は、日本からの製品の輸出では価格が高いたことが挙げられる。価格を低減するために DPF(モコビー)の現地生産を考える。

モコビーCT 及びモコビーRE の外装は板金・溶接構造であり、海外での生産が可能である。基幹部品モコビーCT のフィルタ材料及びモコビーRE のヒータ及び電子制御装置はノウハウがあり、現地生産は困難である。海外で事業化するときにはこれらを考慮し、日本で生産する部品と現地生産が可能な部品に分けて生産し、最終組み立ては現地で行うことを考える。

6 モコビーCT は DPF 本体を指し、DPF 本体 2 個を並べたシステムをモコビーCT2、本体を 3 個平行して並べたシステムをモコビーCT3 と称する。モコビーCT 単体で 3500-4500cc のエンジン出力に対応する。エンジン出力が大きくなるに従って CT2、CT3 を使用する。フィルタの再生は、再生装置モコビーRE にフィルタを 1 個セットし、約 50 分で再生が完了する。

7 「ディーゼル車からの排出ガスに関する新たな課題」、横田 久司、東京都環境科学研究所、2004 年 1 月公開研究発表会、及び「8 都県市対応 PM 減少装置」、自動車技術 Vol. 57, No. 9, 2003



出典：JICA 調査団作成

図2 モコビーCT 及びモコビーRE の概要

表1 「モコビー」と他社製のDPFの比較

項目	モコビーCT	他社製
フィルタ支持方法	カセット方式（フィルタが3本のボルトで固定されており、簡単に着脱できる）	固定式（フィルタがDPF本体に固定されており、簡単に着脱できない）
フィルタ材料	炭化ケイ素（SiC）	コーディライト
再生方式	モコビーREで外部電源による再生	装置内で触媒による連続再生

出典：JICA 調査団作成

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 案件化調査開始前の試用

日本貿易振興機構（JETRO）の支援を受けて、案件化調査前にUB市のエコロジーバス社に試験を委託した。2015年3月に現地にDPF(モコビー)、図面と取付マニュアル、運用マニュアル等の資料を送り、エコロジーバス社の技術者がそれらの資料を参考に韓国 Daewoo 製バスに取付け、走行試験及び排出ガス試験を実施した。

この事前試験では、DPF(モコビー)を装着することにより、排出ガスのPM低減効果が顕著に出ることが確認できた。一方で、以下の問題点が明らかとなった。

- (1) DPF(モコビー)を搭載した当初は再生までの走行距離は200km以上であったが、その後100km以下となった。
- (2) 試験の当初は、フィルタ再生時間は規定の50分で終了したが、その後ススの燃え残りが大量に発生するようになり、エアブローでススの除去を行うことになった。

- (3) テストの途中でアナログ圧力計およびデジタル圧力計の双方とも正常に作動しなくなった。
- (4) DPF(モコビー)の搭載により燃費の悪化が生ずることが指摘された。

3-2 案件化調査で実施したテストの概要及び結果

案件化調査のテストは、DPF(モコビー)の機能がどのように発揮されるかを調べるために UB 市で最も多く運用されている韓国の Daewoo 製のバスを使用し、走行調査を冬期(2015 年 11 & 12 月)と夏期(2016 年 5 & 6 月)に、また、排出ガス調査を夏期に韓国の Daewoo 製バスと中国の Zhongtong 製バスの両方で実施した。



冬期走行調査中の韓国 Daewoo 製バスと搭載したモコビーCT3



夏期排出ガス調査中の中国 Zhongtong 製バスと搭載したモコビーCT3

出典 JICA 調査団作成

図3 モコビーCT3 を搭載した韓国製と中国製バス

(1) 冬期走行調査

UB 市の冬期の気温が DPF に与える影響を調査するために、Daewoo 製バスを使用し UB 市中心部を走行する市街地ルート、および市郊外ルートを走行した。

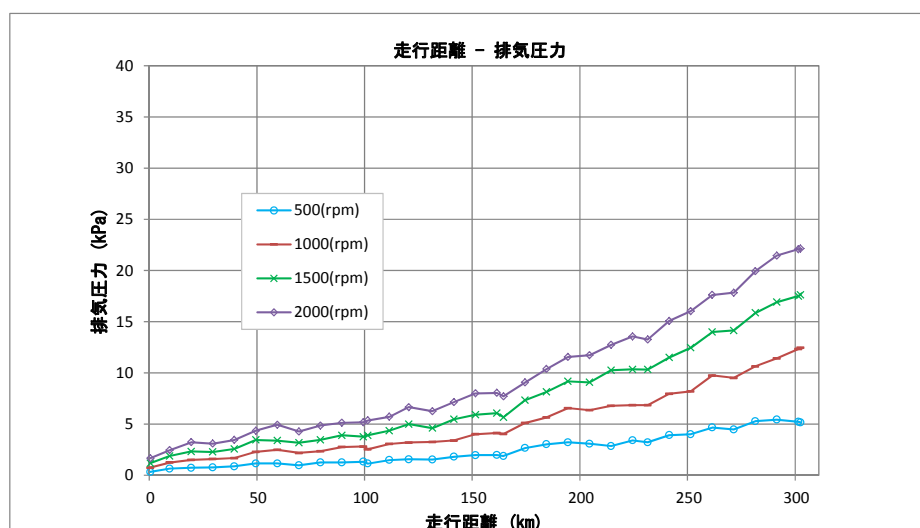


出典 JICA 調査団作成

図4 市街地ルート（市内とゲル地区を走行する代表的なルート）

調査の結果、UB 市郊外ルート及び実際に公共交通用大型バスが運行するルートに近い市街地走行ルートも共に、300km を走行した時点でフィルタ交換の基準となる排気圧力 30 kPa には届かず、走行途中でフィルタ交換を行わずに 1 日走行できることが分かった。

冬季の気温が-20 から-30℃になる UB 市では、DPF の使用による白煙の発生が懸念されたが、テスト走行中の排気ガスを逐次目視で確認したところ、白煙は確認できなかった。このことから、白煙の発生を UB 市の気温の低さが助長することは無いことが分かった。



出典：JICA 調査団作成

図5 走行距離と排気圧力の関係（市街地ルート）

(2) 冷間始動時の白煙排出状態の調査

UB 市では、DPF 搭載による寒冷地特有の問題が発生する恐れがあり、零度以下にエンジンが冷えた状態でエンジンを始動し、その影響について調査を行った。排気ガス中の水蒸気による、寒さに起因する白煙は排出されたが、排出量、濃さ共に一般的なものであった。他の車両から排出される白煙と同等であり、DPF を使用することによって白煙の発生が問題となることはないと考えられる。

(3) フィルタ凍結の調査

DPF (モコビー) のフィルタは、セラミックスの多孔質の素材を使用しており、排気ガス中に含まれる水分がフィルタに吸着する。このようなフィルタを -15°C 以下の環境に置くことで、フィルタ内部の水分が凍結する可能性があり、DPF の使用に与える影響について調査を行った。調査の結果、フィルタ内部の水分が凍結することによる排気圧力の上昇は発生しないことが分かった。

その後、走行調査では、フィルタ後流へのススの付着は無く、フィルタは破損せず正常であることが分かった。

(4) フィルタ再生調査結果

DPF を車両に搭載し走行するとフィルタにススが溜まるので、定期的にススを取除く必要がある。このススを取り除く作業を再生という。DPF (モコビー) では、車両から取外したススが溜まったフィルタを専用のフィルタ再生装置を用い、溜まったススを加熱し燃焼させフィルタを初期の状態に戻す。走行後のススが溜まったフィルタを初期の状態に戻す再生は非常に重要であり、モンゴル国の環境で問題なく機能するか調査を行った。

モンゴル国では、冬季に屋外で作業を行うことは基本的に無いため、フィルタ再生作業も屋内にて行う。気温 15°C の工場内でフィルタ再生、測定を行った。また今後、フィルタ再生装置の利用が増えた場合屋外で使用する可能性もあり、気温の低い屋外での再生についても調査を行った。

再生終了後のフィルタの状態を確認したところ、屋内、屋外共に、ススの燃え残りは無く、再生状態は良好であった。

フィルタ再生装置には制御用の電子部品が多く使用されているが、低温下でも異常なく作動した。



出典 JICA 調査団作成

図6 モコビーREによる屋内と屋外の再生状況

(5) 夏期走行調査

夏期走行調査のルートは、冬期走行調査の市街地ルートと同様のコースで実施した。冬季との違いの有無の確認と、最適なフィルタ形状、フィルタ仕様を選定するための調査も実施した。

調査の結果、夏期走行調査でも冬期走行調査と同じく、フィルタ交換なしで300km以上走行できることが分かった。フィルタ形状、フィルタ仕様については、冬期走行試験でも採用した標準的な仕様が、UB市での使用では適していることが分かった。

(6) 排出ガス調査

排出ガス調査は、車載型排出ガス計測機器を車両（バス）に搭載し、同車両がUB市内の道路を走行する際に排出する排出ガス（NO_x、PM等）及び燃料消費率を、DPFありなし別に3種類の走行ルートを走行して計測を行った。車載型排出ガス計測装置は、車両の走行速度、エンジン回転数、排出ガス量、位置情報（GPSの緯度経度）、温度、湿度を0.5秒ごとに計測することができる。結果を表2に示す。

表2 排出ガス（NO_x、PM等）及び燃料消費率測定結果

説明	Zhongtong Bus			Daewoo Bus		
調査項目	NO _x (g/km/ton)	PM (g/km/ton)	燃料消費 (L/km)	NO _x (g/km/ton)	PM (g/km/ton)	燃料消費 (L/km)
DPF なし	1.315	0.142	0.499	1.472	0.066	0.377
DPF あり	1.294	0.006	0.494	1.414	0.004	0.393
差	-0.021	-0.136	-0.005	-0.058	-0.062	0.016
増減率 (%)	-1.60	-95.77	-1.00	-3.94	-93.94	4.24

出典：JICA 調査団作成

ア Zhongtong 製バス

今回の市街地ルート（平和通りルート、環状ルート）の平均速度である 17km/h における PM 排出率、燃料消費率は以下の通りである。

PM 排出率は、DPF なしが 0.142g/km/t、DPF ありが 0.006g/km/t となり、DPF ありが DPF なしより 0.136g/km/t 少なく、95.6%の削減となった。

燃料消費率は、DPF なしが 0.499L/km、DPF ありが 0.494L/km となり、DPF ありが DPF なしより 0.005L/km 少なく、1.0%の削減となった。

イ Daewoo 製バス

今回の市街地ルート（平和通りルート、環状ルート）の平均速度である 17km/h における PM 排出率、燃料消費率は以下の通りである。

PM 排出率は、DPF なしが 0.066g/km/t、DPF ありが 0.004g/km/t となり、DPF ありが DPF なしより 0.062g/km/t 少なく、93.7%の削減となった。

燃料消費率は、DPF なしが 0.377L/km、DPF ありが 0.393L/km となり、DPF ありが DPF なしより 0.016L/km 多く、4.3%の増加となった。

(7) フィルタ再生時の臭い対策調査

フィルタ再生装置でフィルタを再生する時に、少量だが白煙と臭いが排出される。フィルタにススと共に捕集された未燃の燃料やエンジンオイルが加熱され燃焼するためである。フィルタ再生装置は屋外の換気の良い場所で使用するため、白煙と臭いは問題にならないが、UB 市の冬季においてはフィルタ再生装置を室内で使用する可能性が高いため、白煙と臭いについて調査を行った。

本調査では、白煙と臭いの成分が燃焼、分解される温度まで加熱する電気ヒータ加熱方式を採用した。

調査の結果、排出ガスを再加熱することで、白煙と臭いを除去することができた。ごく僅かに臭いが出たが、閉ざされた屋内の環境であっても、問題になるレベルの臭いではないことが確認できた。

(8) エアフィルタの状態についての調査結果

エアフィルタのメンテナンス状態が黒煙の排出に与える影響を調査するために、走行テストに使用した Daewoo 製バスを UB 市の車検場へ持ち込み、黒煙排出量を測定した。

新品と使用済レベルのエアフィルタでは、黒煙濃度で 10%の差があることが分かった。エアフィルタのメンテナンス状態が、排出される黒煙の量に大きな影響を与えることが分かった。夏季は風が強い為砂塵が多く、植物の花粉・種子も多く飛ぶ。特に夏季はエアフィルタのメンテナンスが重要であることが分かった。

DPF(モコビー)を使用するとスモークメータの測定値は 0%であり、現在、日本で販売されている最新のディーゼル車と同じレベルに低減することが確認できた。

また、エアフィルタの状態が燃料消費率に与える影響を調査した。エアフィルタを使用過程品から新品にすることで、燃料消費は 6.7%低減した。エアフィルタのメンテナンスを実施することで、前述の黒煙に加え、燃料消費量も低減されることが確認できた。

エアフィルタが汚れた状態では、黒煙及び燃料消費量が増加することが明らかとなり、エアフィルタの管理の重要性が確認された。

3-3 DPF(モコビー)の課題

前述の通り、エアフィルタのメンテナンス状態が黒煙濃度に大きく影響をする。エンジンオイルについては、夏期調査において、1年近くオイルの減少分を継ぎ足すだけで交換していないことが分かった。そこで、エアフィルタの清掃、エンジンオイルの交換を実施したところ、走行中の排気圧力の上昇を大幅に抑制できることが分かった。また、ススに含まれるアッシュ(灰分)の割合は、エンジンオイルの交換後、約1/5に減少した。

フィルタを繰り返し再生することで、フィルタ内にはアッシュが溜まっていく。アッシュが溜まった分だけ、フィルタのススを溜められる機能は低下するので、1年に1回程度、アッシュの除去を行う必要がある。フィルタ再生1回あたりのアッシュ堆積量が多ければ、それだけ早くフィルタが詰まりやすくなるので、アッシュ堆積量を減らすことは重要である。

以上のように、DPF(モコビー)を使用する上で、DPFのフィルタ再生などのメンテナンスを実施するのはもちろんのこと、エアフィルタの清掃、エンジンオイル交換等のエンジンメンテナンスを実施することが非常に重要であることが分かった。エンジンメンテナンスについては、DPFを搭載していない車両についても、黒煙排出量の低減、燃料消費量の低減の効果が期待できる。したがって、DPFの搭載の有無に関わらず、環境を改善する観点から、エンジンメンテナンスを定期的の実施する仕組み作りをすることが必要と考える。

第4章 ODA 案件化の具体的提案

4-1 ODA 案件化概要

本案件化調査の結果を受けて、具体的なODA事業として「中小企業海外展開支援 普及・実証事業」の実施を提案する。スキーム名称を「ウランバートル市のディーゼル路線バスのDPFによる黒煙低減計画に関する普及・実証事業」とする。

2014年度補正/2015年度予算中小企業海外展開支援事業～案件化調査～により、「モンゴル国ウランバートル市のディーゼル路線バスのDPFによる黒煙低減計画に関する案件化調査」を実施した。結果は、DPF(モコビー)の搭載により公共交通用大型バスの排出ガスの黒煙は大幅に低減されることが明らかとなったが、バスの種類や製造後の経過年数などによる黒煙量の違いなどは明確ではない。また、ディーゼルエンジン本体や、エンジンオイル、エアフィルタ等の保守・管理が十分に行われていないため、黒煙排出量が多くなることが分かった。これらの状況を詳しく調査し、モンゴル国での現地適合性を検証するための実証活動を行う。

4-2 当該製品・技術を必要とする開発課題及び期待される成果

(1) 当該製品・技術を必要とする開発課題

UB 市内を走行する公共交通用大型バスの PM の排出削減を図ることが喫緊の課題である。本案件化調査では、冬期及び夏期に UB 市内において Daewoo 製バスによる走行調査を行い、また Daewoo 製及び Zhongtong 製バスの実車走行による排出ガス調査を行った。その結果、DPF(モコビー)の機能が、上記の課題を解決する上で十分な性能を有していることを確認することができた。5 月に UB 市で開催された「大気汚染削減対策案に関する協議会」、及び 8 月に開催された「北東アジア都市会合」で DPF(モコビー)に関するプレゼンテーション及びデモンストレーションを行った。

「大気汚染削減対策案に関する協議会」で JICA 技術協力プロジェクト「大気汚染対策能力強化プロジェクトフェーズ 2」(以下、技プロフェーズ 2)が発表した「自動車大気汚染低減対策の提案」の中で、DPF(モコビー)が PM 削減対策の中で最も効果的であることが示され、協議会での結論として提出された。これらの提案を通じて、C/P、政府・市の関係機関、バス運行会社、大学、市民組織等から高い評価を得ることができた。



出典 JICA 調査団作成

図7 「大気汚染削減対策案に関する協議会」でのプレゼンテーション及びデガーゼテスト状況



出典 JICA 調査団作成

図8 ガーゼテスト結果比較（左はモコビー未使用、右はモコビー使用）



出典 JICA 調査団作成

図9 「北東アジア都市会合」でのプレゼンテーション及びデモンストレーション

提案技術をUB市内を走行する公共交通用大型バスのPMの排出削減対策として活用するとともに、提案企業のビジネス展開のために、普及・実証事業段階でクリアすべき開発課題は以下の通りである。

- ア 市内公共交通運行会社が、DPF(モコビー)を正しく継続使用するために、維持・管理の標準作業手順書を作成し、正しい整備の実施についての普及活動を行う。
- イ エンジンの整備(エアフィルタの定期的清掃、エンジンオイルの定期的交換等)に関する整備項目を検討し、正しい整備の実施についての普及活動を行う。
- ウ UB市内のPMの排出削減対策として、公共交通用大型バスに続き、トラックや屋内作業用ディーゼルエンジン用のDPF搭載の市場可能性の検討を行う。
- エ ビジネス展開時に備え、法的規制、取締り方法、MNS、優遇策、支援策等について検討する。

(2) 期待される成果

普及・実証事業の実施によって、次のような成果が期待される。

- ア 成果1：市内公共交通運行会社がDPF(モコビー)の機能を理解し、正しく継続使用できるようになる。
- イ 成果2：DPFと並行して実施可能なPM排出削減策が実施される。
- ウ 成果3：公共交通用大型バスに続き、トラックや屋内作業用ディーゼルエンジン用のDPF搭載の可能性が検討される。
- エ 成果4：黒煙&PMの低排出車が優遇される制度が検討される。

4-3 ODA 案件形成における課題と対応策

ODA 案件実施における課題と対応策を表3に示す。

表3 ODA 案件実施における課題と対応策

課題	収集した情報	対応策
調査を通じて明らかとなった提案技術・製品が十分機能を発揮する社会基盤の整備状況	エンジンの整備状況(エアフィルタの定期的清掃、エンジンオイルの定期的交換等)により、黒煙の排出量が大きく異なる。	標準作業手順書に DPF の取扱説明のほかに、黒煙の排出量を減らすエンジンメンテナンスの項目について整備基準を追加し、指導を徹底する。
用地の確保	バス会社には必要最低限の車庫およびサービス工場が設置されており、再生スペースとしては十分である。	再生スペース確保のため、バス会社と室内換気も含め最適な場所を選択する。
認定制度・基準	本製品に関する認定制度や基準等がないため、性能を満足しない競合製品が参入する可能性がある。	効果がある製品のみが参入できるような制度が必要であり、日本の「ディーゼル車規制」の認定制度を参考にして、MNS 等の基準の作成を提案する。
C/P 側の人員体制	大気汚染対策の各種の機器を使用する技術力が不足している。	技プロフェーズ2により、技術力の強化が図られているので、指導を受けた人達を有効に活用する。

出典：JICA 調査団作成

モンゴル国ウランバートル市のディーゼル路線バスのDPFによる

黒煙低減計画に関する案件化調査

企業・サイト概要

- 提案企業：株式会社コモテック
- 提案企業所在地：埼玉県春日部市南栄町13-17
- サイト・C/P機関：モンゴル国/ウランバートル市大気質庁

モンゴル国の開発課題

- ウランバートル市の大気汚染の深刻化による市民の健康リスクの高まり
- 市内公共交通のほとんどがディーゼルバスに依存
- 夏期の大気汚染の原因の50%が交通機関からの排出ガスで、その内の60%が路線バスの黒煙等

中小企業の技術・製品

- 黒煙除去率99.9%、PM除去率90%以上を達成するSiCフィルタを用いた後付専用カセット式黒煙除去装置、モコビーCT
- 再生装置モコビーREによる独自のフィルタ再生技術
- 「モコビー」はモコビーCTとモコビーREのセット



調査を通じて提案されているODA事業及び期待される効果

1. 中小企業海外展開支援事業～案件化調査～
 - モコビーCTを路線バスに搭載し、黒煙低減化効果の確認とモコビーREのフィルタ再生機能の確認を行い案件化への可能性調査
2. 中小企業海外展開支援事業～普及・実証事業～
 - モコビーCT及びモコビーREの現地生産による製品の価格の低減による普及の実証
3. モンゴル国での事業展開
 - 現地生産、販売による「モコビー」の普及により、ウランバートル市の大気汚染の軽減への貢献

日本の中小企業のビジネス展開

「モコビー」の現地生産・販売と、モコビーCTのフィルタ材料及びモコビーREの電子制御部品の輸出による国内生産の増加による事業量の拡大

はじめに

1. 調査名

和文：ウランバートル市のディーゼル路線バスのDPFによる黒煙低減計画に関する案件
化調査

英文：Feasibility Survey for Reduction of Black Smoke Diesel Bus by DPF in
Ulaanbaatar City

2. 調査の背景

モンゴル国では近年経済が急激に成長し、首都ウランバートル市（以下UB市）への人口集中が進んでおり、300万人余りの人口のうち136万人（外務省webサイト基礎データ、2015年）と約45%以上が首都に集中している。しかしながら市内公共交通のほとんどが公共交通用大型バスに依存していることや、法律はあるが車検による排出ガス基準のみで、日本の自動車大気汚染対策に大きく寄与した自動車排出ガス規制・PM/NO_x法・九都府市の「ディーゼル車規制」のような実効性のある法律は一切ない。また経済発展に伴う自動車登録台数の飛躍的な増加、交通量の増加に伴い市内の大気汚染が近年深刻化している。

国家気象・環境モニタリング庁（以下、「NAMEM」）によると、UB市の大気環境モニタリング局では、2011年の冬季にPM₁₀の最高月平均濃度が1,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 前後で推移し、全ての大気質測定局でモンゴル国の環境基準（24時間値100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 、年平均値50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ）を超える高濃度となるなど、市民への健康リスクが高まっている。さらに、SO₂やNO_xなどの大気汚染物質では、年間を通じて、環境基準を超過しているケースがみられる。

3. 調査の目的

本調査は、上記の背景のもとモンゴル国UB市において、コモテック製の後付けカセット式粒子状物質減少装置（DPF：Diesel Particulate Filter）「モコビー」（以下DPF（モコビー））の公共交通用大型バスへの試験設置を通じ、製品の紹介ならびに現地適合性を高めるための調査を実施し、ODAを通じた提案製品の現地活用性検討及びビジネス展開にかかる検討を行うことを目的とする。

4. 調査対象国・地域

モンゴル国 UB市

5. 団員リスト

本調査に従事した要員の氏名、担当業務、所属は表1の通りである。

表1 調査団員リスト

氏名	担当業務	所属先
小森 正憲	業務主任/総括	(株) コモテック
新村 恵一	DPFシステム管理・調整	同上
平間 啓二	DPF本体稼働管理	同上
浅川 智洋	DPF再生装置稼働管理	同上
大石 行紀	DPF搭載部設計・製作管理	同上
佐野 幸規	チーフアドバイザー	(株) M&Yコンサルタント
佐藤 千穂	経理・精算報告	(株) M&Yコンサルタント
佐藤 厚	排出ガス測定管理	(株) 数理計画
岡部 順	排出ガス測定A	(株) 数理計画
新田 竜太	排出ガス測定B	(株) 数理計画

出典：JICA 調査団作成

6. 現地調査行程

各回の調査の時期、訪問先、調査内容は表2に示す。

表2 現地調査行程表

調査区分	調査時期	主な訪問先	調査内容
第1回現地調査	2015年9月28日 －10月2日	JICAモンゴル事務所、日本大使館、 道路交通省、UB市交通局、UB市大気 質庁、UB市戦略政策計画局、UB市プ ロジェクト&協力局、UB市環境担当 副市長、エコロジーバス社等	C/P機関確定への予備調査、情報収集、 現地再委託契約、バスのモコビー搭載 部の測定
第2回現地調査	2015年11月27日 －12月9日	JICAモンゴル事務所、道路交通省、 UB市交通局、UB市大気質庁、UB市戦 略政策計画局、UB市プロジェクト& 協力局、UB市環境担当副市長、エコ ロジーバス社等	C/P機関との協議、モコビー搭載、冬期 走行テスト及びフィルタ再生テスト、 各種データ・情報の収集
第3回現地調査	2016年2月22日 －2月26日	JICAモンゴル事務所、道路交通省、 産業省産業計画局、UB市交通局、UB 市大気質庁、UB市戦略政策計画局、 エコロジーバス社等	MOU調印、冬期走行調査報告、夏期走行 調査・排出ガス調査の協議、各種デー タ・情報の収集等
第4回現地調査	2016年5月6日 －6月1日	JICAモンゴル事務所、道路交通省、 国家道路運輸センター、国営車検 場、UB市環境担当副市長、UB市交通 局&交通局車検場、UB市大気質庁& 大気質計測所、バス運行会社2社、 金属加工工場2社、UB市戦略政策計 画局、エコロジーバス社等	夏期走行調査・排出ガス調査の実施、 大気汚染低減セミナーへの参加&モコ ビーのデモンストレーション、モコ ビーの現地生産、需要・流通に関する 調査等
第5回現地調査	2016年8月1日 －8月8日	JICAモンゴル事務所、道路交通省、 UB市大気質庁&大気質測定局、バス 運行会社2社、エコロジーバス社、 リース会社等	「北東アジア都市会合」でのデモと機 能についての講演、C/P及び政府関係機 関との協議、バス運行会社の情報収 集・協議、リース会社との協議等
第6回現地調査	2016年9月25日 －9月29日	JICAモンゴル事務所、道路交通省、 UB市交通局、UB市戦略政策計画局、 エコロジーバス社等	調査報告

出典：JICA 調査団作成

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

モンゴル国は1911年の辛亥革命時に中国（清朝）より分離、自治政府を樹立した。その後1924年人民共和国を宣言、1961年に国連に加盟した。1990年に社会主義を事実上放棄し1992年2月憲法を施行し共和制による「モンゴル国」が設立された。日本との国交は1972年に樹立された。

モンゴル国の人口は2014年データで約300万人であり、横浜市より少なく大阪市より多い規模である。国土面積は156万km²で日本の約4倍あり、人口密度は1.9人/km²と世界最小である。人口の約45%以上がUB市に集中している¹。モンゴル国は北緯48～52度に位置する。内陸国で海から離れており標高が高いため、大陸性気候で年間を通じ雨量が少なく空気が乾燥している。年間降水量は、北部のハンガイ（Khangai）山脈及び北方のハンガイ草原帯は400mm以上、ゴビ砂漠等南部は100mm以下、ハンガイ山脈南のヘルタル草原帯はその中間の雨量である。北部は農地やステップ草地であり、南部は砂漠地帯、西部は主に森林や山が占めている。全域の年間平均気温は-2.9℃で、地域により多少異なる。最も寒いのは1月（平均-25℃前後）であり、最も暑い時期は7月（平均19℃前後）である²。冬は日中でさえ相当に冷え込むが、UB市内の中心部は集中暖房が完備されているので室内にいる限り寒さの心配はない。

1992年の民主化以降、牧畜業が主体であった経済は日本を含めた各国や国際機関の支援を受けて市場経済化への構造改善が推進され、鉱物資源分野の開発をベースに順調に発展してきた。2014年の一人当たりGDPはUS\$4,320となっている。

2016年6月29日投票のモンゴル国の国民大会議（国会に相当、定数76）選挙は30日に開票結果が発表され、最大野党のモンゴル国人民党（改選前議席30）が過半数を大きく超える65議席を確保、政権交代となった。経済低迷の責任を問われた与党・民主党（同38）は9議席にとどまった。この結果閣僚や省庁の幹部職員の交代が行われているが、環境関連の国の政策には大きな変化はないと予想される。

1-2 対象国・地域の対象分野における開発課題

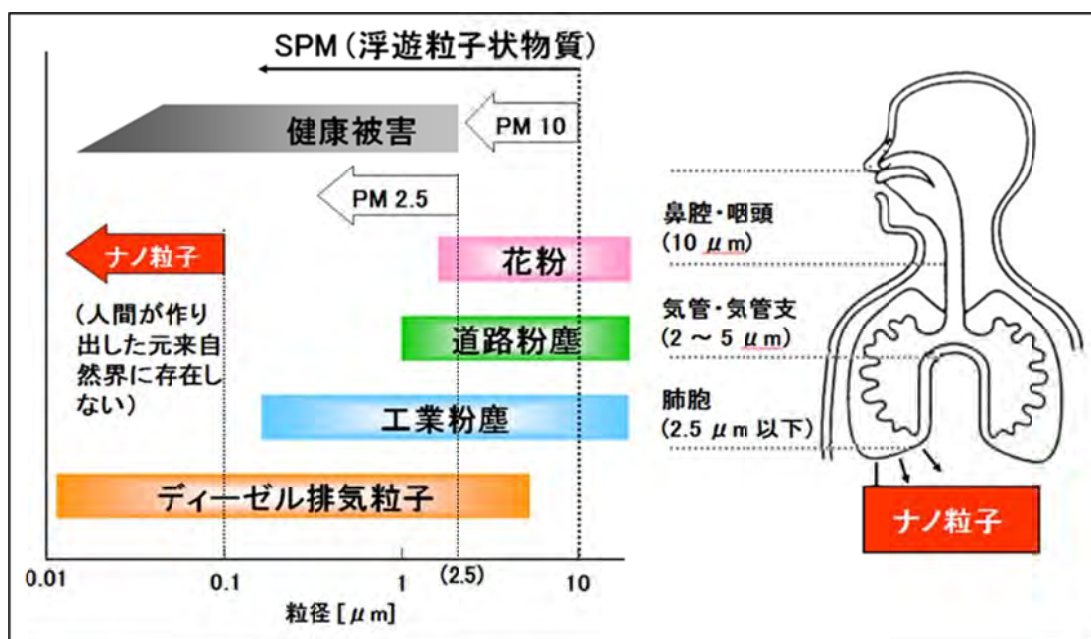
モンゴル国UB市にはモンゴル国の総人口約300万人の内、45%以上の人口が集中している。それ故に、同国経済活動の大半がUB市とその近郊で営まれている。モンゴル国は内陸国であり、また、UB市は盆地に位置することから、市内の大気汚染が大きな環境問題となっている。UB市の大気汚染の発生源は、技プロフェーズ1」報告書によると、冬場はゲル地区の石炭ストーブが80%、交通機関からが10%、火力発電所、ゴミ、土壤汚染からが10%となっている。しかし大気質庁がウェブサイトで実施している市民アンケート調査結果では、主な大気汚染源として自動車を選んだ人が45.5%、ゲル地区の家庭を選んだ人が43%となっており、自動車が最大の汚染源であると市民は考えていることが分る。夏場は石炭ストーブからの大気汚染はなく、交通機関からの大気汚染の寄与が50%以上と非常に大きい。一方で、UB市の中心部は冬季集中暖房が実施されているため、郊外のゲル地

1 モンゴル国国家統計庁データによる。

2 モンゴル国投資ガイド（2013年1月）、国際協力機構

域にくらべると、石炭ストーブからの黒煙による大気汚染は少なく、公共交通用大型バスの排出ガスによる汚染に市民が敏感になっていることがアンケートに現れていると考えられる。また、夏季の交通機関による汚染の内 60%が公共交通用大型バスの排出ガスと推定されている³。大気汚染は、冬季に PM (Particulate Matter, 微粒子状物質) 10 の最高月平均濃度が $1,000 \mu\text{g}/\text{m}^3$ で推移し、年間を通してモンゴル国の環境基準 (24 時間値 $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 、年平均値 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) を超える高濃度となるなど、市民への健康リスクが高まっている⁴。

このように UB 市の環境改善には大気汚染の軽減が必須であり、経済開発と並行して対応が行われることが国民の生活水準の向上に必要である。また、UB 市はバス以外の公共交通手段が一部のトロリーバス以外にほとんどなく、交通機関による大気汚染の軽減には公共交通用大型バスの排出ガスの削減が不可欠である。特にディーゼルエンジンの排出ガスに含まれる PM についてはその粒子が自然界には存在しないような微小のサイズであるため、発がんリスクが非常に高く、ぜんそくなど呼吸器系の疾患の原因とされている⁵。ディーゼル排出ガスの微粒子と他の原因による微粒子との関係について図 1-1 に示す⁶。



出典：8 都県市対応 PM 減少装置」、自動車技術 Vol. 57, No. 9, 2003

図 1-1 SPM (Suspended Particulate Matter、浮遊粒子状物質) の分類

3 JICA 地域別研修「都市における自動車公害対策」コースのフォローアップセミナー（2012 年 3 月、ウランバートル市）の資料 P19 による。

4 出典：JICA 技術協力プロジェクト「ウランバートル大気汚染対策能力強化プロジェクト（フェーズ 2）」案件概要表（JICA Homepage, プロジェクト基本情報）2014 年 06 月 03 日現在

5 「ディーゼル車からの排出ガスに関する新たな課題」、東京都環境科学研究所、2004 年 1 月公開研究発表会資料

6 「8 都県市対応 PM 減少装置」、自動車技術 Vol. 57, No. 9, 2003

図1-1に示すようにディーゼル排出ガスの微粒子は肺細胞の内部にまで侵入し、他の要因の微粒子に比較してがん、喘息などを含めた多くの疾病の原因となることが指摘されている。

現況の公共交通用大型バス輸送に係る条件と制度について、UB市と東京都の比較を表1-1に示す。

表1-1 現況の輸送に係る条件と制度について、UB市と東京都の比較⁷

	項目	UB市	東京都
条件	軽油のイオウ分	2000ppm以下	10ppm以下
	自動車用天然ガス（CNG）	無	有
	トロリーバス	4路線	無
	地下鉄	無	13路線
制度	形式認定制度	無	1966年～
	自動車整備制度	無	1967年～
	自動車検査制度	2001年～	1970年～
	自動車NOx・PMの車種規制	PMは2009年～	2003年～
	超低イオウ軽油	無	2003年～
	公共交通機関の整備	全て道路を利用	主に地下鉄

出典：JICA 調査団作成

この表から明らかなように、UB市では自動車の車検制度は2001年頃から実施され、PMの検査が行われている。

ディーゼルエンジンからの排出ガスのPMが石炭ボイラ等からの排出ガスのPMよりも小さく、呼吸器・循環器系疾患、発がんリスクの増加など健康被害を誘発することが日本の国立環境研究所⁸、都立衛生研究所⁹、環境省¹⁰等の研究で指摘されている。また、UB市内の幹線道路周辺ではPMは夏でも環境基準¹¹を超過している¹²。

モンゴル国及びUB市が実施した交通機関による大気汚染対策は、ガソリンの無鉛化（2006年）、車検排出ガス規制（MNS（Mongolian National Standard）5013 & 5014（2009年））、古い車両の輸入低減のために製造後10年以上の車両の高関税、製造後12年以上の車両の公共交通使用禁止（2009年）、電気あるいはガスを使用する車両以外の公共交通使用の禁止（2011年の400台のバスエンジンをLPガスエンジンに転換、あるいはトロリーバスの更新への公費投入等）などがあげられる。しかし、一部のバスエンジンのLPガス

7 2014年JICA国別研修「大気汚染行政」に対するコモテックが用意した説明資料から抜粋

8 <https://www.nies.go.jp/kanko/news/21/21-5/21-5-02.html>

9 http://www.tokyokankyo.jp/kankyoken_contents/research-meeting/h16-01/1605-pp.pdf

10 <https://www.env.go.jp/air/car/diesel-rep/h13/ch1.pdf>

11 2013年改訂の大気法により規定された数値

12 ウランバートル市大気汚染対策能力強化プロジェクトフェーズ1、フォローアップセミナー（大気）2012年3月資料、& ウランバートル市大気汚染対策能力強化プロジェクトフェーズ2、プログレスレポート3 別添2、2013年大気環境年報等

エンジンへの転換に多額の公費を投じたが、期待された成果が上がらず、すべてのエンジンをディーゼルエンジンに戻した。

モンゴル国では、先進国で一般的な排出ガス規制とそのために必要な燃料の低イオウ化は導入されておらず、軽油のイオウ含有量の規制値が2,000ppm以下と日本の規制値10ppmの200倍に達している。したがって現在DPF（Diesel Particulate Filter）¹³の主流となっている触媒を使用する方式では、触媒がイオウ分により被毒されて劣化するため使用できない。触媒方式を採用するためには、燃料のイオウ含有量を日本の規制値10ppmレベルにする必要があり、現状ではこのレベルの軽油を入手することはモンゴル国では難しい。また、古い車両の輸入低減のため、製造から10年以上の車両の高関税という政策の結果、日本からの中古車輸入が多くを占める乗用車は、2005年以来、日本の2000年規制適合車以降の車しか入ってこないため、実質的に排出ガス規制が導入されているのと同じ状況である。韓国・中国から輸入されている市内公共交通用大型バスは、Euro規制前の未規制車など、日本の未規制車と同様の車両が引き続き輸入されてきた。そのため、自動車からの大気汚染の原因となる排出ガスは、市内公共交通用大型バスからの排出が突出して多い状況となっている。ガソリンと軽油は、ロシア極東部および中国で生産されたものに依存していることから輸入量確保が重要なため、低イオウ化が要請しにくい状況が続いている。このような状況から高イオウ軽油を使い続けるとすれば、世界的基準に適合しない車両によるPMの排出削減策が、自動車のディーゼル排出ガスによる大気汚染軽減には不可欠である。

モンゴル国における、特に汚染が酷いUB市の大気汚染改善については政府の関係機関あるいは国民の間でも問題になっており、対応するための施策が検討・実施されつつある。

しかし、改善計画についての施策は端緒にすぎたばかりという状況である。詳細は1-4に示すが、既存のプロジェクトを通して大気汚染改善について、問題の把握、専門家の養成、技術的あるいは法による規制などを含めた対応策の検討などが行われ、一部で具体的な事業を行ってきている。しかし、確かな大気汚染軽減の成果は、現時点では明らかではない。

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（外資政策を含む）及び法制度

1-3-1 モンゴル国の案件化調査対象分野における開発計画

モンゴル国及びUB市は、UB市の深刻な大気汚染対策としてバスのPM削減が重要であると認識し、今まで様々な対策を実施してきた。ただし、走行中の排出ガスを測定できるようになったのは、技プロフェーズ2からである。それまでは定量的な評価が実施できなかったため、日本の知見からすれば効果が疑問視される対策に巨額が投じられた事例も多い。以下にこれまで行われてきた対策の代表例を記す。

(1) 12年を超過した車両を追放するため、2009年に韓国製Daewooバス400台を購入した。

しかし、Euro規制前の未規制エンジンだったため、新車であるというだけの排気ガス低減効果しか期待できなかった。

13 現在主流のDPFは触媒を使っているがDPF(モコビー)はフィルタに触媒を使用していないためイオウの影響を受けない

(2) 2011～2014 年頃に「電気かあるいは CNG（天然ガス）か」の論議があり、電気としてはトロリーバスを増産し、トロリーバスの復権に繋がった。一方の CNG 化については、400 台の公共交通用大型バスについて エンジン改造し LPG 化を進めた。しかしバスの運転手が LPG のガスもれによる爆発を恐れて運転を嫌がったこと、LPG スタンドのインフラが追い付かなかったこと等で、すべて元のディーゼルエンジンに戻し、現在搭載バスはない。予算を無駄にしたこと、規定上 CNG と書かれていることに対して LPG に事業費を投じた点等グレーゾーンが多く、その後大きな問題として取り上げられた。

（この当時、バス製造会社がモコビーを 100 台のバスに搭載する見積もりを提出したが、結果として LPG に負けている。価格が高かったことが原因と言われている。）

(3) エアフィルタに装着すると排気ガスが低減し燃費が良くなるという「SHP-600」が試行されたが、排気ガステストの結果効果がないことが判明し、採用を取りやめた。

(4) 排気ガスが低減し燃費が良くなるという軽油「Nano 燃料」がすでに多くのスタンドで販売されているが、排出ガステストの結果、効果がないことが判明している。

最近、Euro-IV 基準のバスを国産化し 20 台投入したが、これはトロリーバスに続く成果であり、その他は全て失敗に終わっている。

1-3-2 モンゴル国政府の大気汚染に係る組織

モンゴル国における大気汚染に係る国の関係機関は多く、機関とその管掌分野を表 1-2 に示す。本件との関連については、本案件化調査は公共交通用大型バスの排出ガスによる大気汚染の低減を主要な対象としていることから、関連性を 3 段階に分類した。

表 1-2 大気汚染に係る機関とその管掌分野

No	関係組織	管掌分野	案件化との関連性
1	大気汚染軽減の国家委員会（NCAPR）	大気汚染低減政策の実施を調整する内閣直属の委員会	○
2	環境・グリーン開発観光省（MEGDT）	環境保全、国土緑化、観光を管掌する省	○
3	大気清浄基金（CAF）	大気清浄化のための施策を実施するための MEGDT 大臣が管掌する基金	○
4	エネルギー省（ME）	エネルギー問題を管掌する省	△
5	建設都市開発省	都市計画を管掌する省	△
6	道路交通省	道路、交通を管掌する省	○
7	国家道路・運輸センター	国全体の道路、交通機関を管理する国家機関	○
8	鉱物省	鉱物資源を管掌する省	△
9	国家気象・環境モニタリング庁（NAMEM）	国の気象と環境のモニタリングを管掌する省	○
10	環境・度量衡中央ラボラトリ（CLEM）	国の大気汚染源をモニターする NAMEM 傘下の機関	○
11	大気質庁	市の大気汚染のモニタリングを管掌する機関	○
12	戦略政策計画局	市の重要課題に対する政策を立案する機関	◎
13	内部監査局	市の各部門の政策・実施を監査する機関	△
14	熱供給公社	市の中心部に暖房用の熱を供給する機関	△
15	UB市 自然環境・グリーン開発局	市の自然環境保全及び緑化を管掌する機関	○
16	道路局	市の道路の建設・維持管理、及び自動車の登録・管理を管掌する機関	○
17	交通局	市の交通を管掌する機関	◎
18	警察庁	市の治安、秩序を管掌	△

凡例：◎；最も関連が深い機関、○；関連がある機関、△；関連はあるが少ない機関

出典：JICA 調査団作成

大気汚染対策は、大気汚染低減委員会（NCAPR）及び大気清浄基金（CAF：Clean Air Foundation）の2組織が設置された2011年以降は、主に法規に沿って低減委員会が検討し、各省庁の既存予算およびCAFを用いて実施されるようになっている。ただし、大型バスの更新については市交通局の予算、Euro-IV バス購入の差額については工業省の産業育成資金等も使用された。

大気汚染低減委員会は・当初は大統領直轄であったが、2013年の大気法改定時に管轄が大統領から首相へ移転した。事務局が首相直轄から環境・グリーン・観光省（MEGDT）へ移転したのは2015年の緊縮財政法への対応時である。その後は、首相と関連省庁大臣で構成され、MEGDT 正規職員1名と同臨時職員3名が事務局を担当し、対策の実施については、法規の制定、MNSの策定勧告、CAFおよび各省庁の予算等で実現している。

CAFは、石炭採掘1トンあたり、自動車は排気量区分毎の1年1台あたり、等と大気支払法で決められた特別税の運用を行っている。2016年は2月5日のMEGDT大臣令により、総予算5,000,000,000 MNT（約252,000,000円）で支出先が定められた。

1-3-3 法制度

2011年に策定された5ヵ年（2012—16年）の国家投資計画の中で環境配慮も優先度が高く、緑化に配慮した開発が基軸として位置付けられ、特に再生可能エネルギーの開発が重視されている。2012年には1990年代以降乱立していた環境関連法を整理し、18の類似法令を8つの法・基準に統合するなど環境法・制度の強化を進めている。各法の具体的規制値・基準数値等はMNSで規定されているものが多い。

2015年現在モンゴル国で施行されている市内公共交通用大型バスの排出ガスに係る法・基準は下記のようなものがある。ただし、排出ガス基準については、車検時の排出ガス基準があるのみで、本当に酷い車両のみを取り締まることしかできない制度である。日本で効果があった排出ガス規制、NOx・PM法、九都県市の「ディーゼル車規制」のような実効性のある規制は存在しない。

（1） 大気法（2013年12月12日改訂版）

大気法の主要な内容は①法の目的、②関連する法規、③用語の定義、④各国家機関の権限、⑤企業、機関、個人の権利、義務、⑥大気質の管理、情報、⑦大気質保護対策、⑦その他、監査制度、大気汚染発生源の国家登録、大気汚染料金、クリーンエア基金、法令違反者への罰金等である。

（2） 大気支払法（2010年6月制定版）

大気支払法による大臣命令（2011.3.1）により大気汚染源の輸送機関と自走式車両から排出されるCO₂ガスの排出量、エンジンの排気量に対して、年間の支払額を表1-3の通りに定めている。区分はモンゴル国で定めた基準で、大気支払法の5.3.では、「課税対象の車両のうち乗用車ではエンジンサイズによって、バスやトラックではその積載能力によって排出車のランク分けをし、さらに排出する実際のCO₂量により支払額を自然環境対策行政機関と交通対策行政機関の承認で定める」とある。したがって大気汚染への影響には関係無く、地球温暖化への寄与のみで税額が定まる、すなわち、炭素税であると見なされ

る。更に、同施行規則ではエンジンの排気量に応じた年額が定められている、すなわち、CO₂排出量にも関係無く定められているため、炭素税としての効果も非常に限定的であると思われる。

表 1－3 大気汚染法に定められた汚染源の支払額

エンジン燃料の種類	ガソリン用 エンジン車	軽油用 エンジン車	エンジンの排気量 (cc)	年間の 支払額 (MNT)
自走式車両の ランク分け	CO ₂ ガスの排出量 (g/km)			
A	121-180	5.5-8.0	1,500まで	1,800
B	181-250	8.1-10.5	1,501-2,500	2,100
B	251-350	10.6-12.0	2,501-3,500	3,500
Γ	351-500	12.1-13.5	3,501-4,500	5,000
Д	501-750	13.6-14.5	4,501-5500	7,500
E	751-以上	14.6以上	5,501以上	9,500

出典：JICA 調査団作成

(3) 道路運送法 (2013 年 5 月 15 日改訂版)

自動車による旅客、貨物の運送事業及び運送自動車への条件を定め、道路運送事業及び運送自動車の利用に関する諸事項を処理することを目的として定められた。内容は道路運送に関する政府・行政機関の権限、運送者、利用者、旅客の権利・義務、車両の国家登録、車両検査、道路サービス機関、法違反者の罰則等を規定している。乗用車等、一般車両は 1 年に 1 回登録及び車検、市内公共交通用大型バスについて登録は毎年であるが、車検は 1 年に 2 回実施することが規定されている。

(4) MNS 216 ディーゼル燃料の規格 (2009 年版)

ディーゼル燃料の規格、ディーゼル車両車検の排出ガス基準、輸送機関と自走式車両から排出される CO₂ガスの排出量等をエンジンの排気量に対してランク分けする規格が決められている。本案件化との関連では、軽油のイオウ分の規制値は 2,000ppm 以下と規定されている。

(5) 環境省令 A-181 号 (2014. 2. 19) 国家発生源登録

大気法に基づき交通車両を含めた大気汚染発生源の国家総合登録の命令。自動車については所有者が①用途別の車両の種類、②車両の製造からの年数、及び③燃料の種類を登録することが定められている。

(6) MNS5012 公共交通サービス要求仕様 (2011 年版)

公共交通サービスに求められる要件が規定されている。この規定で製造後 12 年以上の車両の公共交通使用は禁じられている。その他にも安全やサービスの要件等が規定されている。

(7) MNS5014 ディーゼル車車検排出ガス基準 (2009 年版)

本規格の目的は、ディーゼルエンジン自動車の排気ガス中の黒煙の最大許容量を規定し、車両の使用期間により大気中へ排出される大気汚染物質の削減、更に大気汚染、国民の健康、エコロジー環境への有害な影響の削減のため、車両使用、テクニカルの監査を強化することである。

ディーゼルエンジンの排出ガスの測定方法と黒煙の最大許容量を規定している。測定方法は排出ガス中の光の透過の低減量を測定し¹⁴、黒煙の許容量を規定しているものである。車体と積載ウェイトの合計が 3.5 トン以上のディーゼルエンジンの排出ガスの黒煙の最大許容量が、光の透過の低減率 40%と規定されている。

1-3-4 モンゴル国側の役割と体制、予算、今後の動向

1-2 で述べたように、UB 市の大気汚染を低減するために、市内公共交通用大型バスの排出ガスからの黒煙を減らすことが重要であり、モンゴル国側としての重要な役割である。

PM 削減に対するモンゴル国側の体制については、中央省庁も UB 市も関係部門が整備されており、現在の体制で十分対応可能であると考えられる。関係機関の職員も市内公共交通大型バスの黒煙を減らすことの重要性を十分認識しており、「一刻も早く DPF (モコビー) を搭載したい」と言われることが多くなり、具体的な価格について問い合わせがあるなど関心は非常に高くなってきている。

具体的な動きとしては、UB 市環境担当副市長 (当時) が、「DPF 導入検討作業部会」を設置し、第 1 段階として数十台規模で実証事業を実施し、第 2 段階で 100 台以上の規模での導入を目指す計画が示された。これらについては、実際に国に DPF (モコビー) の予算を申請中済みである。

その後 2016 年 6 月の選挙にて与野党が交代したが、最近 UB 市市長の 2016 年～2020 年までの施政方針案が発表された。この中で「軽油エンジン車から排出される PM 削減装置を公共交通用大型バスに設置する」という手段が示されている。なお、緊縮財政のため、モンゴル国政府或いは市の予算確保は困難が予想される。一定の成果が示せるまでは、政権交代前と同様に、ドナーの支援を打診する可能性も考えられる。

1-4 対象国の対象分野における ODA 事業の先行事例及び他ドナーの分析

1-4-1 日本の ODA 事業

UB 市の大気汚染に関連する日本の ODA 事業で、これまで実施されあるいは計画されているプロジェクトを表 1-4 に示す。

表 1-4 実施あるいは予定の日本の ODA 事業

No.	プロジェクト名	開始	終了 (予定)
1	UB 市大気汚染対策能力強化プロジェクトフェーズ 1	2010. 3. 20	2013. 3. 19
2	UB 市大気汚染対策能力強化プロジェクトフェーズ 2	2013. 12. 1	2017. 6. 30

出典：JICA 調査団作成

14 かつては世界的にボッシュ・スモーク・メータでの測定が行われていたが、現在はモンゴル国でも光の透過量についてはオパシメータによる測定が実施されている。

上記事業の目的は下記の通りである。

(1) UB 市大気汚染対策能力強化プロジェクトフェーズ 1

上位目標として「UB 市において大気汚染物質の削減のための施策が強化される」が設定され、プロジェクト目標として「UB 市と他の関係機関の人材育成を重視しつつ、UB 市の大気汚染対策能力が強化される」を計画して技プロフェーズ 1 が実施された。

(2) UB 市大気汚染対策能力強化プロジェクトフェーズ 2

1-4-1 (1) のプロジェクトフェーズ 1 完了後、フェーズ 2 として実施されているプロジェクトであり、上位目標としてフェーズ 1 と同様に「UB 市において大気汚染物質の削減のための施策が強化される」が設定された。プロジェクト目標として「UB 市と他の関係機関の人材育成と組織体制構築を重視しつつ、UB 市の大気汚染対策能力が強化される」を挙げて技プロフェーズ 2 が実施されている。

本プロジェクトでは大気汚染のための様々の施策を提言してきた。その中で 1-4-2 に示す世銀プロジェクトを通して実施されているものもある。一方、大気汚染源として重要と行政も市民も考えている公共交通用大型バスの黒煙低減については、DPF (モコビー) の導入を提言しているが、未だ具体化していない。

1-4-2 UBCAP (Ulaanbaatar Clean Air Project)

世銀資金による UB 市の大気汚染を改善するためのプロジェクトで、プロジェクトコストは 21.89 百万ドルである。プロジェクトの目標は、UB 市の大気汚染の低減のために以下の 3 つのコンポーネントの事業を実施することである。

(1) ゲル地域の PM 量の削減

(2) UB 市の中心部の PM 量の削減

(3) 広報、プログラム調整及びプロジェクトマネジメント

「ゲル地域の PM 量の削減」コンポーネントは、16.1 百万ドルの予算で政府補助金によってゲルストーブや低圧ボイラの改良型への転換を目的としている。

「UB 市の中心部の PM 量の削減」コンポーネントは 2.3 百万ドルの予算で、政府が大規模発生源に対する大気汚染対策の実行計画を推進することを支援するのが目的である。

「広報、プログラム調整及びプロジェクトマネジメント」コンポーネントは、予算 3.0 百万ドルで、大気質の諸活動を支援することを目的としている。このコンポーネントでは、技プロフェーズ 2 との緊密な協調が行われている。

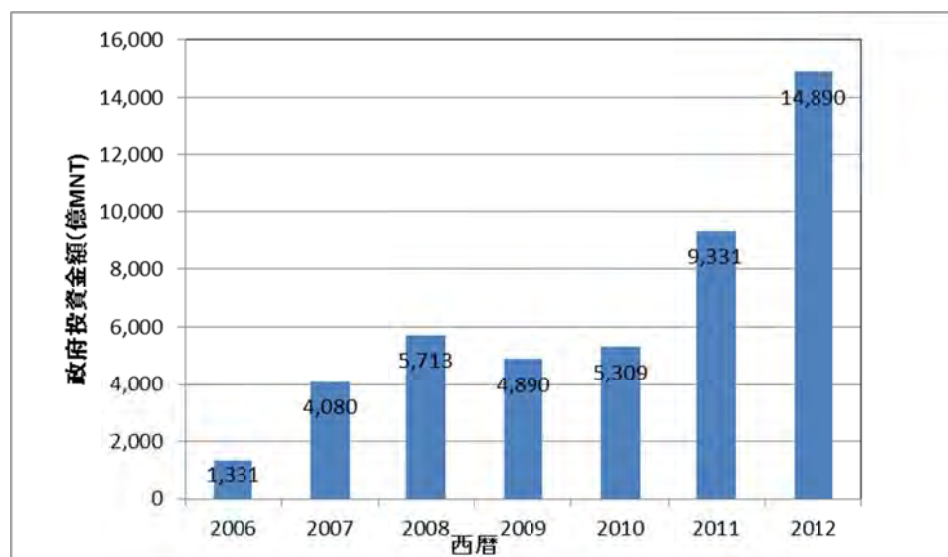
2015 年中にバスの排気ガスによる黒煙&PM の低減のために、DPF を導入するための資金源として UBCAP 資金を使うことについて UB 市から UBCAP に打診したが、実現していない。

「UB 市の中心部の PM 量の削減」がプロジェクトの目標に挙げられているが、暖房用ストーブやボイラの対応が主な事業で、公共交通用大型バスからの PM 削減対策は実施されていない。

1-5 対象国のビジネス環境の分析

1-5-1 政府投資計画

近年、モンゴル国における地下資源開発・輸出の増大により政府の財政が安定し、政府投資が持続的に増えてきた。2006-2012 年各年の政府投資金額を図 1-2 に示す。



出典：モンゴル国の政府投資の現状と投資政策の特長、高松大学研究紀要、2015 年 2 月

図 1-2 2006 年～2012 年の各年の政府投資金額の実績

政府の年間投資金額は 2011 年には 2006 年実績の 7 倍になり、2012 年には 2006 年の 11 倍に達している。モンゴル国政府は 2010 年に新投資計画を閣議決定している。計画では、都市計画、エネルギー問題、世界基準の道路網改善、住宅や職場の提供等を通じ、健康で安全な生活環境の確保と経済社会問題の解決が目標に掲げられている。

2011 年に策定された国家投資計画によると、2011 年から 2016 年の 6 年間に項目別の予算は、インフラ・住宅に 89%が当てられておりこの分野での投資が突出していることがわかる。その中で、大気汚染対応策への予算が総投資予算の 2%に達していることが注目される¹⁵。

一方、2015 年には資源価格の暴落により財政が逼迫したことにより緊縮財政法が成立し、各方面で予算が削減され、各プロジェクトの進捗に影響が出ている。

1-5-2 外国投資全般の状況¹⁶

モンゴル国の外国投資・貿易庁(FIFTA: Foreign Investment and Foreign Trade Agency)のデータによると、2011 年の外国投資の国別動向は、中国が約 5 割を占め、近年急激に伸びている韓国が 18%、ロシア、日本、アメリカの順となっている。

一方、分野別外国投資企業件数及び投資金額は、案件数では商業・レストランの占める割合が圧倒的に多く 67%に達している。しかし、近年は石炭・鉄鉱石等の鉱山の開発への

15 モンゴル国投資ガイド (2013 年 1 月)，国際協力機構

16 モンゴル国投資ガイド (2013 年 1 月)，国際協力機構

投資が多くなっており、鉱物資源関連の開発投資が増加し、特に2011年には外国からの全投資金額4,986百万ドルの82%、4,083百万ドル達し¹⁷、他分野を圧倒している。鉱業関連投資の次には建設業、観光業への外国からの投資が増加してきている。

17 日本モンゴル国貿易投資ハンドブック、日本モンゴル国経済委員会、2013年6月

第2章 提案企業の製品・技術の特徴及び海外事業展開の方針

2-1 提案企業の製品・技術の特長

2-1-1 業界分析

コモテックは「世の中に取り残されたディーゼルエンジンを救いたい」という理念で、ディーゼルエンジンの排出ガス低減を目的に、1996年12月に設立された。会社設立以来、様々な排出ガス低減技術の研究開発（DPF、天然ガスエンジン、LPG ディーゼルエンジン、NOx 低減装置等）を行ってきた。首都圏のディーゼル車から排出される黒煙が問題となった1999年頃から、後付けカセット式DPF モコビーCTの開発を本格化させた。

2003年に開始された首都圏の「ディーゼル車規制」でコモテック製のDPF（モコビー）は、「九都県市指定粒子状物質減少装置」の認定を取得し（認定番号002-D）、消防車、警察車両、自治体バス・トラック、特殊車両、RV（Recreational Vehicle）などに下記のような販売実績を有している。

数 量：2003年のディーゼル車規制開始から5年間での販売台数 約3,300台

売上高：2003年のディーゼル車規制開始から5年間での合計売上高 約34億円

主要取引先自治体：九都県市（東京都、千葉県、神奈川県、埼玉県、横浜市、川崎市、千葉市、さいたま市、相模原市）、他市町村

「ディーゼル車規制」では後付けDPFに多くの企業が参入した。その後、ディーゼルエンジンの排出ガス規制の強化に伴ってトラック・バスメーカーが出荷時にDPFを標準装備するようになり、トラック・バスに使われる後付け用DPFの需要は少なくなってきた。そのため、多くの後付け用DPFのメーカーが撤退し、現在では汎用性のある後付けDPFの国内専門メーカーはコモテック一社に限られている状況である。

コモテックのDPF（モコビー）も近年は車両用の需要が少なくなっており、建設機械、発電機、フォークリフト、鉄道車両等への用途拡大を図っている。過去5年間のDPF（モコビー）の需要は下記の通りである。

官庁：個人所有の車両：	170台
建設機械、発電機、フォークリフト、保線区用鉄道車両等に：	180台
レンタルで利用されたDPF（モコビー）セットは過去5年間で：	950台
それら民間への販売、レンタル料の売り上げは過去5年間で：	7億円

例として日本で多く使われているDPF（モコビー）を後付け搭載したバスの仕様と写真を図2-1及び図2-2に示す。



中型バス：日野自動車
 エンジン形式：M10U
 排気量：9,880 cc
 定格出力：169 kw
 (230Ps)/2,500rpm
 初年度登録：1993 年

出典：JICA 調査団作成

図 2-1 DPF(モコビー)を搭載したバス



出典：JICA 調査団作成

図 2-2 DPF(モコビー)搭載部

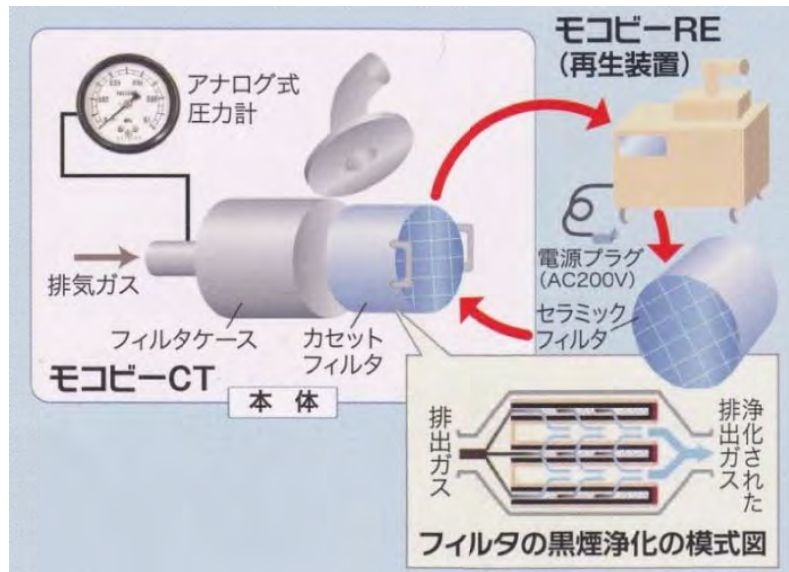
2-1-2 提案製品・技術の特長

(1) 製品・技術の特長

ディーゼルエンジンを搭載する車両から排出される黒煙は、日本ではDPFがトラック・バスの標準装備となったためほとんど見られなくなったが、開発途上国の多くの国では大気汚染源として問題となっている。コモテックのDPF(モコビー)は、モコビーCT(カセット式フィルタ)とモコビーRE(フィルタ再生装置)のセットで成り立っており、国内での搭載実績も豊富である。

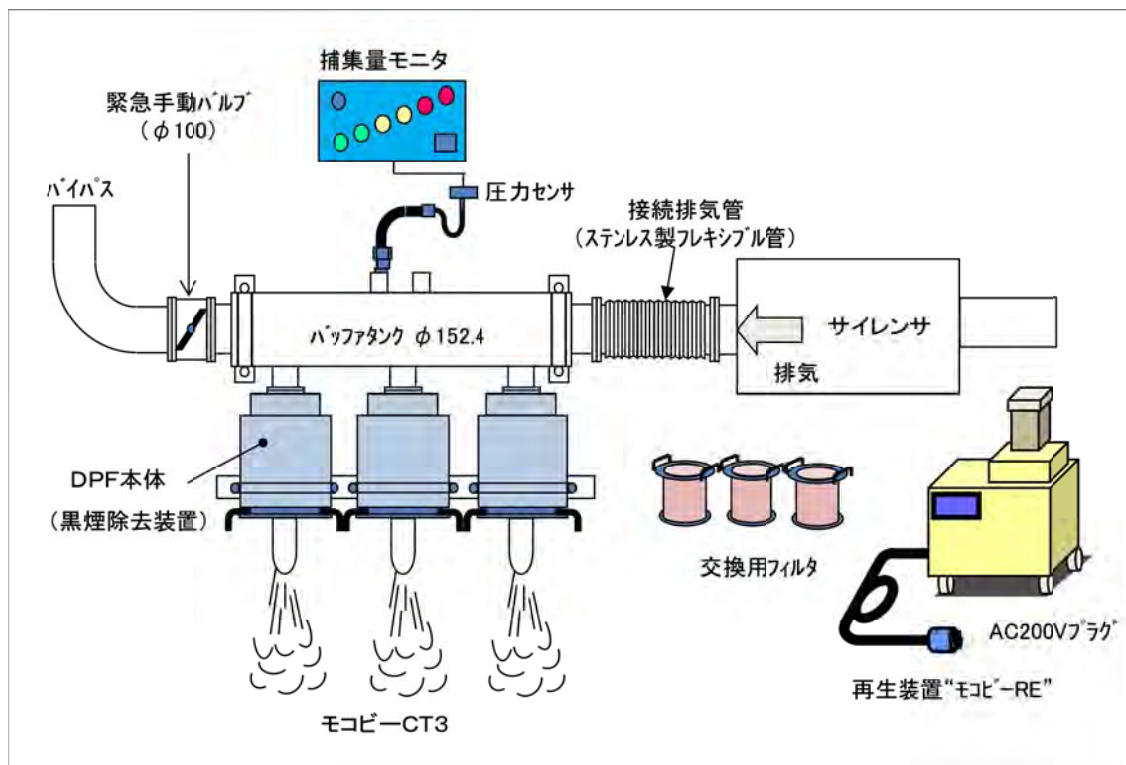
コモテックはDPF(モコビー)を開発し、実用化したパイオニア企業である。DPF(モコビー)の使い方は簡単で、車載のモコビーCTのフィルタのつまり具合の指標となる圧力計の表示が規定値に達する前に、モコビーCTの3本のボルトを緩めフィルタを取り出し、外部の再生装置(モコビーRE)に入れて再生し、フィルタを繰り返し使用する。

DPF(モコビー)の概要を図2-3に、システム全体図を図2-4に示す。



出典：JICA 調査団作成

図 2-3 モコビーCT 及びモコビーRE の概要



出典：JICA 調査団作成

図 2-4 DPF (モコビー) システム全体図

DPF(モコビー)はカセットフィルタ(モコビーCT)¹⁸及び電気ヒータ(モコビーRE)再生方式で簡単・確実に黒煙&PMを除去でき、黒煙除去率99.9%以上、PM除去率90%以上を達成している。排気量が増えると、フィルタを通る排気ガスの速度が増し、圧力損失が増える。圧力損失による出力低下・燃費悪化を抑えるため、モコビーCTはディーゼルエンジンの排気量、出力に応じてフィルタが1個のもの、2個、3個を並列に並べたものから選択するようになっている。2001年に公益財団法人日本自動車輸送技術協会(JATA)が測定したモコビーCT搭載の有無による黒煙&PM除去試験データの結果を表2-1に示す。

表2-1 モコビーCT搭載の有無による黒煙&PM除去試験データ

試験条件	単位	汚染度		DPFによる低減率
		DPF無	DPF付	
黒煙排出濃度	%	8	0	100%
PM平均排出量	PM(g/kWh)	0.248	0.013	94.8%
試験条件 ①黒煙はボッシュスモークメーターで測定 ②PMはシャシダイナモメーターを用い、ディーゼル自動車用13モードの条件で試験				

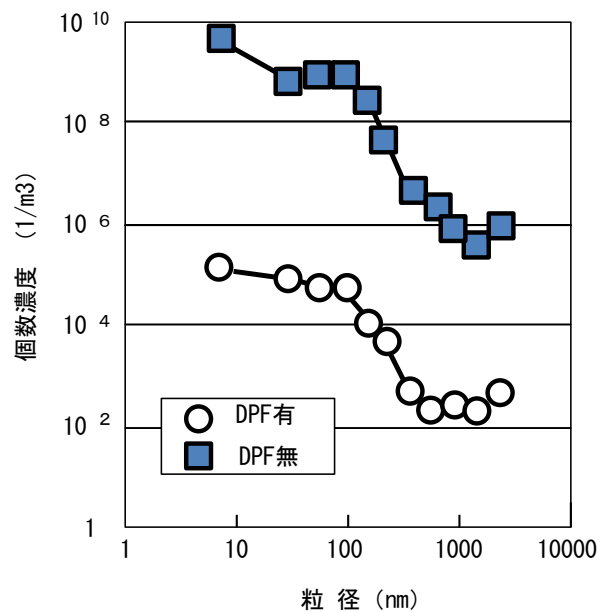
出典：公益財団法人日本自動車輸送技術協会(JATA)測定値を基にJICA調査団作成

モコビーCTは、フィルタを簡単に取外し取付けできる着脱式DPFで、フィルタが着脱できない触媒方式と異なり、シンプルな構造でフィルタ目詰まりによる故障の心配がなく、信頼性・耐久性が高い。またフィルタケースはステンレス製で、フィルタ本体は高温耐久性に優れたファインセラミックス製(炭化ケイ素(SiC))を使用しており、フィルタを落としたりぶついたりしなければ半永久的に使用できる。

炭化ケイ素(SiC)製フィルタは、図2-5に示すように、ディーゼル機関から排出され、自然界に存在せず、かつ健康被害の主要原因となる μm 単位のディーゼル排気ナノ粒子を99%以上捕集できることが報告¹⁹されている。

18 モコビーCTとはDPF本体を指し、DPF本体2個を並べたシステムをモコビーCT2、本体を3個平行して並べたシステムをモコビーCT3と称する。モコビーCT単体で3500-4500ccのエンジン出力に対応する。エンジン出力が大きくなるに従ってCT2、CT3を使用する。フィルタの再生は、再生装置モコビーREにフィルタを1個セットし、約50分で再生が完了する。

19 「ディーゼル車からの排出ガスに関する新たな課題」、横田 久司、東京都環境科学研究所、2004年1月公開研究発表会、及び「8都県市対応PM減少装置」、自動車技術 Vol. 57, No. 9, 2003



出典：自動車技術 Vol. 57, No. 9, 2003「8 都県市対応 PM 減少装置」から転載

図 2-5 DPF の有無による粒子数濃度

(2) 製品・技術のスペック

モコビーの主要な仕様を表 2-2 に示す。

表 2-2 モコビーCT の主要スペック

フィルタ材料	炭化ケイ素 (SiC) セラミック (イビデン社製)	排気圧力計	デジタル式
フィルタサイズ (インチ)	φ 6.5" × 6"	付属品	予備フィルタ、フィルタキャリア、トルクレンチ
フィルタ个数	エンジン排気量、出力により決定	フィルタの再生	フィルタの再生装置 (モコビーRE) で再生
フィルタ交換	カセット式 (ボルトで簡単に着脱)		電源：単相AC200V, ヒータ容量：2.3 kW
切り替えバルブ	手動式		再生時間：50分 (フィルタ1個当たり)

出典：JICA 調査団作成

コモテックが持つ関連特許は下記の通りである。

ア 特許番号：第 3947681 排気浄化装置の誤用防止装置

イ 特許番号：第 3980931 排気浄化フィルタのキャリア

ウ 特許番号：第 5283201 排気系の昇温装置、及び排気系の拡張昇温装置、並びにそれらを用いた内燃機関のフィルタ再生装置、及び内燃機関の排気浄化装置

エ 特許番号：第 5971645 フィルタ再生装置

(3) 製品・技術の価格

DPF(モコビー)の梱包、輸送費等を除いたコモテック事務所渡しの卸価格は表2-3の通りである。

表2-3 製品価格表

製品名		価格 (円)	備考
DPF本体(モコビーCT)	モコビーCT1	350,000	
	モコビーCT2	550,000	
	モコビーCT3	750,000	
再生装置	モコビーRE	400,000	
	臭い取り装置	100,000	オプション

出典：JICA 調査団作成

2-1-3 国内外の同業他社、類似製品及び技術の概況

DPF(モコビー)は後付専用に開発したDPFで、フィルタの着脱が簡単に行えるカセット方式を採用している。DPF(モコビー)の優位性を支えているのが、次に述べるフィルタの耐久性とフィルタに溜まったススを燃焼させ、元のきれいな状態に戻す再生技術である。現在国内で一般化している他社製の後付け用DPFはフィルタがDPF本体に固定されており、簡単に着脱ができない構造となっている。したがって正常に機能しなくなった時には、DPF本体からフィルタを取外して再生する必要がある、そのための時間や費用が大きくなる。

2-1-4 提案製品・技術と代替手段との比較

表2-4に「モコビー」と他社製DPFの比較を、装着方法、耐久性（フィルタ材料）、再生方法について示す。DPF(モコビー)はコモテックのオリジナル製品で、他に実用化されたものはない。後付けDPFは、首都圏の「ディーゼル車規制」当時は国内で多くの会社が生産していたが、現在も継続して生産・販売されているものは国内だけでなく、国外においても少ない。

表2-4 「モコビー」と他社製のDPFの比較

項目	モコビーCT	他社製
フィルタ支持方法	カセット方式（フィルタが3本のボルトで固定されており、簡単に着脱できる）	固定式（フィルタがDPF本体に固定されており、簡単に着脱できない）
フィルタ材料	炭化ケイ素（SiC）	コーディライト
再生方式	モコビーREで外部電源による再生	装置内で触媒による連続再生

出典：JICA 調査団作成

(1) フィルタの耐久性

フィルタ材料に関しては、他社が採用しているコーディライト製や金属製材料は高温で溶損し、定期的に交換する必要がある消耗部品である。DPF(モコビー)が採用しているフィルタ材料は、ファインセラミックスの炭化ケイ素(SiC)製で高温耐久性が高く溶損がなく、半永久的に使用できる。

(2) フィルタ再生技術

他社製の DPF は触媒を使用してススを燃焼させる再生方式で、市街地走行等の低速低負荷運転では排気温度が低く、触媒が十分働かないためフィルタが目詰まりしやすい。また、モンゴル国で使用している高イオウ軽油では触媒が劣化するため使用できない。一方 DPF(モコビー)はこれらの問題を解決したもので、触媒を使用しないで外部電源でススを燃焼させるため、バスのように主に市街地を走行する車両でもフィルタの目詰まりが発生せず、またモンゴル国の高イオウ軽油でも安心して使用できる。

DPF(モコビー)と他社の DPF の性能と適応性についての比較を表 2-5 に示す。

表 2-5 「モコビー」と他社の DPF の性能と適応性の比較

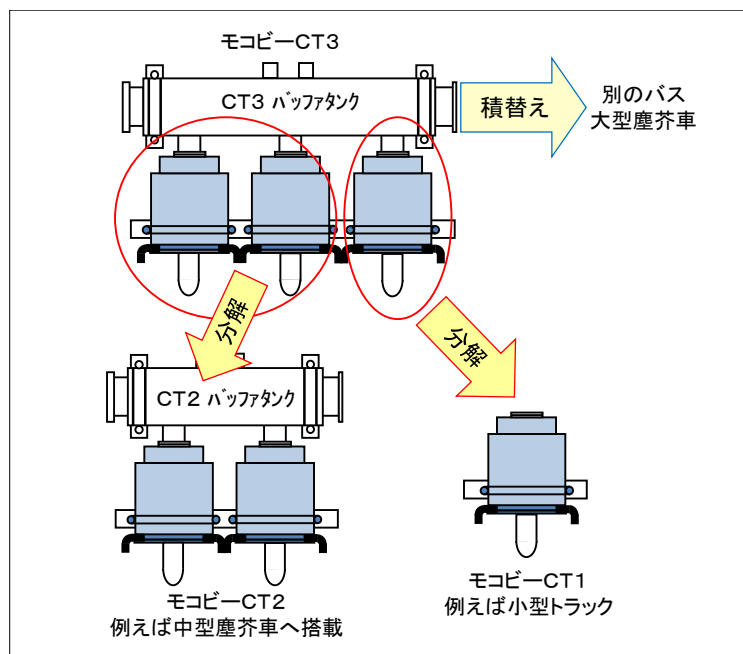
	比較項目						適応性	
	燃料	難易度	走行距離	再生の手間	故障	低速走行	ウランバートル	東京
フィルタ 手動再生方式 (モコビー)	◎	◎	○	○	◎	◎	◎	○ ^{*1}
	イオウ分 関係なし	簡単	制限あり	手動	ほとんど なし	再生可能		
フィルタ 自動再生方式 ^{*2}	×	○	◎	◎	○	×	×	◎
	イオウ分 10ppm 以下	複雑	制限なし	自動	多い	再生 できない	燃料の質 のため	
注： ^{*1} 現在、バス・トラック等は国の排ガス規制により、DPFが後付でなくメーカー出荷時に搭載されている。 ^{*2} 2003年当時参入していたコモテック以外の全社								

出典：JICA 国別研修「大気汚染研修」に対するコモテックが用意した説明資料から抜粋

(3) 使用後の再利用

UB 市のバスは製造後 12 年以上の車両の公共事業使用が禁止されており、廃車するバスからモコビーCT を取外し別のバスに搭載して使用すれば、採算上有利となる。バスから取外した CT3 から、図 2-6 のようにフィルタケース及びフィルタを取外し、新しくバッファタンクを追加すればフィルタ 2 個の CT2 に、フィルタ 1 個の CT1 はそのまま組替え可能である。従って今後順次バスが DPF 付きの新車に替わっても、CT3 はバスや大型ゴミ収集車に、CT2 は中型ゴミ収集車に、CT1 は小型トラックやフォークリフト等用に活用でき、取外し後のモコビーCT を再利用できる。一方固定式 DPF の場合は、搭載する車両専用に

作られており、「モコビー」のように中型、小型用に分解して再利用することが不可能である。



出典：JICA 調査団作成

図2-6 モコビーCT 組替えの一例

2-1-5 コスト面（イニシャルコスト、ランニングコスト）、採算性について

DPF(モコビー)は、フィルタに耐久性の高い炭化ケイ素 (SiC) を使用しているため、イニシャルコストは、コーディライトや金属を使用している他社製フィルタよりも割高となる。ただし、これらのフィルタは消耗品で数年に1回交換が必要となるが、炭化ケイ素製フィルタは半永久的に使用できる。また触媒方式のように目詰まりによる故障がないので、修理代はほとんどかからない。

DPF 本体は半永久的に使用できるので、耐用年数の過ぎた車両から取外して、新たに別の車両に取付けて使用することが可能である。日本では、廃車する車両から DPF(モコビー)を取外して新たに車両や建設機械に取付け、有効活用を図っている。UB 市の場合も前項でも述べたように廃車のバスから取外して再利用すれば、採算上有利となる。

以上より、イニシャルコストは高くてもランニングコストが安く再利用が可能のため、トータルコストで考えると有利である。

2-2 事業展開の方針

2-2-1 海外進出の位置づけ

コモテックは過去 20 年に渡り DPF(モコビー)の開発・販売を行ってきた。この間年々車両の排気ガス規制が厳しくなり、現在ではトラック・バス製造メーカーが新車から DPF を標準装備するようになり、建設機械も本年度から順次 DPF を搭載し始めている。コモテックが生産する DPF(モコビー)は、アフターマーケット専用であり、2003 年に開始された

首都圏の「ディーゼル車規制」が1段落した後は、モコビーの国内需要は建設機械、発電機、フォークリフト、鉄道車両などDPFを標準装備していない後付用に用途が限られてきている。

一方、モンゴル国、中国、インド、タイ、マレーシア、フィリピンインドネシアなどの開発途上国では、大気汚染が深刻な状態になっている。これらの状況を一刻も早く改善することは、コモテックの掲げる基本理念「ディーゼルエンジンの排気ガス低減技術で地球環境改善に貢献すること」、及び行動指針「世界的視野に立ち、オンリーワン技術で新しい市場を開拓すること」に合致するものである。これがコモテックが海外進出する最大の理由である。

2-2-2 事業展開の方針

(1) 海外ビジネス展開の基本的方向性

DPF(モコビー)の海外ビジネス展開の基本的問題点は、日本からの製品の輸出では価格が高いことが挙げられる。価格を低減するためにDPF(モコビー)の現地生産を考える。

モコビーCT及びモコビーREの外装は板金・溶接構造であり、海外での生産が可能である。基幹部品モコビーCTのフィルタ材料及びモコビーREのヒータ及び電子制御装置はノウハウがあり、現地生産は困難である。海外で事業化するときにはこれらを考慮し、日本で生産する部品と現地生産が可能な部品に分けて生産し、最終組み立ては現地で行うことを考える。

販売が軌道に乗り販売台数が増え、モンゴル国で生産する製品が安定して供給できる段階で、近隣諸国(中国、ロシア、東欧等)への輸出を検討する。

(2) 想定する海外ビジネス展開の実施体制

主要部品を除くDPF(モコビー)の現地生産に当たっての事業形態は下記の2ケースが想定されるが、普及・実証事業で検討を進める。

ア コモテックと現地企業の合弁会社を設立し生産する。

イ 生産・組立が可能な現地企業に投資して生産する。

現地における民間のビジネスパートナーとしては、以下の条件を満たすことが望ましいと考える。

- ・ UB市の大気汚染軽減に理解があること。
- ・ バスの車体やエンジンについての知識や整備の技術があること。
- ・ 機械加工や溶接の技術があること。
- ・ 数百台ものバスにDPF(モコビー)を短期間に搭載することは1社だけでは無理であり、DPF(モコビー)を搭載する整備工場をまとめる力があること。
- ・ 国や市に対して友好的な関係があり、かつ発言力のあること。

将来のDPF(モコビー)の現地生産を行うときには、生産の受託、販売・流通を担う企業の能力についても知る必要がある。普及・実証事業では技術面の他に、資本、スタッフ、経験などについても情報収集を行い、最適なパートナーを検討する。

(3) 具体的な海外ビジネス展開計画

DPF(モコビー)と関連機器の流通・販売については、民間ベースでの可能性を検討するが、価格の低減を強く求められているので、基幹部品(フィルタ、再生装置の電子制御装置等)を除くDPF(モコビー)の現地生産を検討する。

公共交通用大型バスの数はUB市で約1,200台と確認されているが、トラック、建設機械、発電機などの数についても調査する。これらの総数が潜在的なDPF(モコビー)の市場規模と考えられる。

DPF(モコビー)の販売先は公共交通用大型バス運行会社を主体に、トラックを持つ運送業者、建設機械・発電機を持つ工事業者や重機のレンタル会社などが考えられ、普及・実証事業で更に詳しい情報を集める。

海外ビジネス展開のためには、下記のような条件を満たす対応策を提案する必要があると考えている。

ア DPF(モコビー)の黒煙除去に対する効果をより詳しく普及・実証事業で明らかにする。

イ 調査で明らかになった効果を政府のC/Pを始めとする関係諸機関、及び潜在的需要者(特に公共交通用大型バス運行会社)に理解してもらう。

ウ DPF(モコビー)の価格は潜在的事業者が負担できる価格であるか、あるいは政府の補助金²⁰が考えられる場合には、補助金等²¹を考慮したうえで潜在的事業者が負担できる価格を検討する。

エ UB市の場合排出ガス規制は車検制度のみであり、エンジンの整備不良により黒煙を大量に排出する車両が走行している。DPF(モコビー)の普及と同時に実施可能なPM排出削減策として、エンジンの機能を維持するための整備を確実に実施させることが必要である。

2-3 提案企業の海外進出によって期待される我が国の地域経済への貢献

2-3-1 大学、行政機関等との連携活動や地元経済への貢献実績

コモテックは1996年の会社設立当初から後付けカセット式のDPF(モコビー)の開発・設計を行い、製品は提携企業に委託して生産してきた。大学、行政機関、地方自治体等との連携、貢献は下記の通りである。

(1) 大学/研究機関との連携・貢献実績

- ・1998年4月～：独立行政法人産業技術総合研究所(つくば市)と「LPGディーゼルエンジン車」の共同研究を行い、公道での実証テストを行った。

20 モンゴル国政府は過去にLPGエンジンの導入補助金など様々の黒煙軽減策を実施してきたが、不成功に終わっている。このような経緯からDPF(モコビー)導入に対しての補助金政策の可能性はあると考えられる。

21 候補としては、モンゴル国特別会計クリーンエアファウンデーションによる購入、ウランバートル市の路線バス運行者企業等に対する補助金による購入、自然保護地区の自動車に対するNGO資金等が考えられる。

- ・2003年10月～：独立行政法人産業技術総合研究所新燃料自動車技術研究センターと「DME ディーゼルエンジン車（福祉車両）」の共同研究を行い、大臣認定を取得し公道での走行テストを行い、実用化への目途を立てた。
- ・2004年5月～：滋賀県立大学工学部機械システム工学科山根浩二教授と「バイオディーゼル燃料とDPF」の共同研究を行い、バイオディーゼル燃料使用時、DPFの再生までの運行距離が延長することを発見し、その成果について論文発表を行った。
- ・2007年10月～：独立行政法人産業技術総合研究所新燃料自動車技術研究センターと「汎用エンジン用DPF」の共同研究を行った。
- ・2012年3月～：独立行政法人水産大学校海洋機械工学科前田和幸教授と「再生器一体型DPFの開発に関する研究」について共同研究を行い、その成果について論文発表を行った。

（２）日本政府・省庁の取り組みに合致

- ・JICAからの「UB市大気汚染対策能力強化プロジェクト」（フェーズ1）及び（フェーズ2）「大気汚染行政」に係る研修依頼を受け、「自動車の大気汚染物質削減方法－イオウ分が多い軽油の場合－」について、2012年、2014年及び2015年の3回、モンゴル国からの研修参加者に対し講義とDPF（モコビー）の実演を実施した。

（３）地方自治体との連携、貢献効果

- ・2001年3月：首都圏（東京都、千葉県、神奈川県、埼玉県）の「ディーゼル車規制」開始前、当時埼玉県にDPFの購入予算がなく、先方の要望によりマイクロバス用にモコビーCT1、再生装置（モコビーRE）各1台を寄贈した。
- ・2001年9月～：ディーゼル車規制時、東京都から「早期にDPFを増産して欲しい」との協力要請があり、委託整備工場を増やすなど増産対応を行った。
- ・2005年5月：森林鉄道の自然環境保護に協力するため、長野県上松町役場が運営する赤沢森林鉄道の観光用ディーゼル機関車にモコビーCT1を2台、再生装置1台を寄贈した。
- ・2015年4月：埼玉県戸田市消防本部から、「消防署の非常用発電機から黒煙が出て困る」との住民の苦情があることを聞き、非常用発電機用モコキューブCTE2を寄贈した。

（４）上記のほか、地元の経済・地域の活性化への貢献実績

- ・コモテックは後付けカセット式のデDPF（モコビー）の開発・設計を行い、製品は提携企業に委託して生産してきた。2003年の首都圏の「ディーゼル車規制」の実施により、DPF（モコビー）の生産・販売が本格化した。2005年までは主にバス・トラック用にDPF（モコビー）を販売し、近年は、建機、フォークリフト、発電機等に販売しているが、特に最近ではレンタルの需要が増えている。
- ・コモテックの年間売り上げが最大となった2003年には、国内売り上げ13.5億円の60%、約8.1億円は外注費として使われた。これは外注受託者の従業員一人当たりの

人件費、諸雑費を含む費用を1年間に750万円と仮定すると、約108名の直接雇用に貢献したことになる。

2－3－2 海外展開で見込まれる地元経済・地域活性化への貢献

本案件化調査で提案しているビジネス展開で、200セットのDPF(モコビー)を販売することができれば、コモテックは約2.3億円の売り上げ増加になり、そのうちの約60%、1.4億円は外注費用になると考えられる。また現地生産が開始され、ドナーの資金協力で1,000セットのDPF(モコビー)を販売できれば、基幹部品だけで5億円以上の売り上げ増加が期待できる。さらにバス以外のディーゼルエンジン(トラック、建設機械、フォークリフト、発電機等)に需要が喚起されると考えられ、さらに売り上げは増え、雇用を増やす効果が期待される。また、モンゴル国での実績によって他の開発途上国での需要が増える可能性があり、中国、タイ、マレーシア、インド等での販売が可能になると売り上げはさらに大きく伸び、国内の雇用に貢献し、地域経済の活性化につながることが期待される。

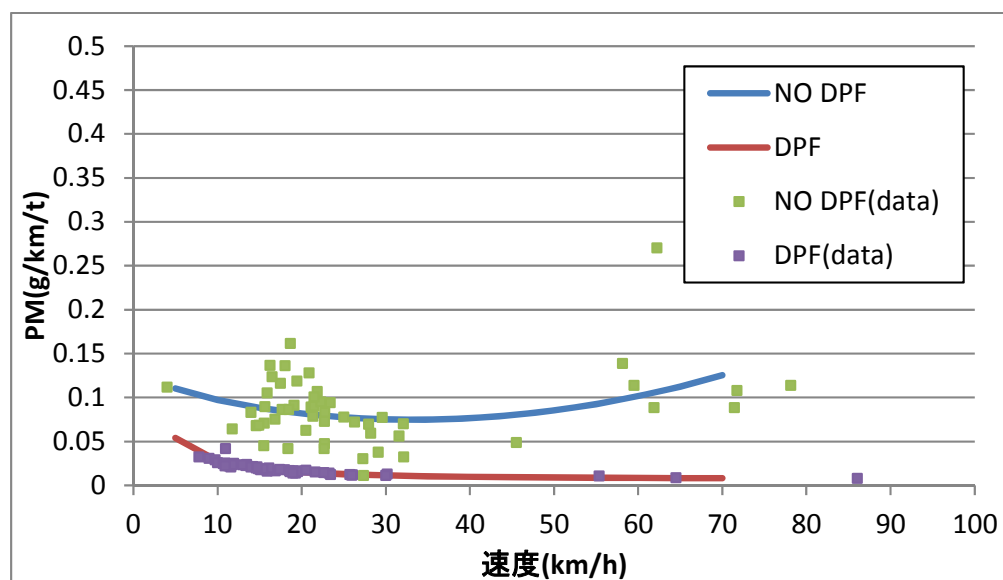
第3章 ODA 事業での活用が見込まれる製品・技術に関する調査及び活用可能性の検討結果

3-1 製品・技術の現地適合性検証方法

3-1-1 案件化調査開始前の試用

JETRO の支援を受け、案件化調査前に UB 市のエコロジーバス社に試験を委託した。2015 年 3 月に DPF (モコビー)、図面と取付マニュアル、運用マニュアル等を送り、エコロジーバス社の技術者がそれらの資料を参考に韓国 Daewoo 製バスに DPF (モコビー)を取付け、走行試験を実施した。

この案件化調査前の排出ガステスト (技プロフェーズ 2 の中で実施) では、図 3-1 に示すように DPF なしと比較して DPF (モコビー)を装着することにより、排出ガスの PM 低減効果が顕著に出ることが確認できた。



出典 技プロフェーズ 2 より

図 3-1 DPF (モコビー)装着と DPF なしの場合の PM 排出量の比較²²

ただし走行試験及び排出ガステストで以下の問題点が明らかとなった。

- (1) DPF (モコビー)を搭載した試験の初期は再生までの走行距離は 200km 以上であったが、その後 100km 以下となった。
- (2) 試験の初期は、フィルタ再生時間は規定の 50 分で終了したが、その後ススの燃え残りが大量に発生するようになり、エアブローでススの除去を行うことになった。
- (3) 試験の途中で、アナログ圧力計およびデジタル圧力計の双方とも正常に作動しなくなった。
- (4) DPF (モコビー)の搭載により燃費の悪化が生ずることが指摘された。

²² グラフ縦軸単位 (g/km/t) は、車両重量 1 トン当たりの PM 排出量を表す。

(1) および(2)の問題は、再生が十分に行われておらず再生装置が正常に働いていないことが疑われた。(3)の問題は搭載方法(圧力計のエア配管、および電気配線)の不具合が疑われた。(1)、(2)、(3)の問題が発生した原因は、この事前テストが本案件化調査の発足前にコモテックが自主的に始めたものであり、取付方法および取扱方法を十分に説明していなかったことが原因と考えられる(取付方法、取扱方法のマニュアルは日本語のままを現地の通訳に翻訳してもらい、直接の指導はしていない)。そこで本案件化調査では、これらの発生原因を突き止め修理するとともに、試験委託先のエコロジーバス社の技術者を十分教育することを念頭に活動することにした。

また(4)の燃費の悪化については、フィルタにススがたまり排気圧力(排気抵抗)が高くなるのである程度の悪化は避けられないが、燃費悪化を極力少なくする方法を検討することにした。

3-1-2 案件化調査の概要

本案件化調査の対象製品 DPF(モコビー)の現地適合性検証方法については、DPF(モコビー)を現在 UB 市で営業運転を行っている公共交通用大型バス(韓国 Daewoo 製)に装着して、営業運転に近いウェイト、ルートで走行テストを行い、①冬季の厳寒の中で DPF が正常に作動するか、②夏季の作動状況に冬季との違いがあるか調査をする。走行調査ではフィルタの再生が必要になるまでの走行距離を測定し、バス1日の走行途中でフィルタの再生が必要になるかを確認する。また、1回の再生で捕集されるススの量を測定する。また、韓国 Daewoo 製バスと中国 Zhongtong 製のバスに DPF(モコビー)を搭載し、排出ガスの低減効果と燃費の変化などを測定する。なお UB 市でのバスへの DPF(モコビー)の搭載作業と走行調査は、バス製造会社であるエコロジーバス社の協力を得て実施した。

(1) 冬期走行調査

ア 調査の目的

案件化調査の冬期走行調査では、UB 市の冬期の気温(最低気温 -35°C)がモコビー CT3 に与える影響について調査を行い、問題点を明らかにする。3-1-1 で記述したように、エコロジーバス社の技術者のみによる取付け、運用試験では様々の問題点が明らかとなったことを考慮して、コモテックの技術者によってバスのモコビー取付部を採寸して詳細設計を行い、モコビーCT を取付け、走行調査時のモコビーCT の状況、モコビーRE による再生試験の状況を確認することとした。

走行試験に使用した公共交通用大型バスは、UB 市内で最も多く使用されている韓国 Daewoo 社製のバス(BS106)とした。

イ 調査の内容

公共交通用大型バスの一日の走行距離は最長約 300 km であり、一日の運行の途中でフィルタ交換を行わず走行できることが求められている。そこで UB 市郊外および市街地を走行し、以下の調査を行った。

(ア) UB 市郊外における DPF 走行距離の調査

UB 市郊外の約 50 km のルートを往復した。市中心部から郊外に向かうルートを走行したのは、UB 市中心部は交通渋滞が多く、フィルタの性能を把握するための走行テストを行うには適当ではないと判断したためである。走行ルートを後述オに記す。走行時のデータを収集するために後述のエに記した計測装置を車載し、DPF 前後の排気温度、DPF 前の排気圧力を計測した。

(イ) 市街地における DPF 走行距離の調査

公共交通用大型バスが通常の運行で走行するルートは渋滞のある市中心部が多く、上記（ア）のテストで走行した市郊外のルートとは走行条件が異なる。実際の運行で一日フィルタ交換することなく走行できるかを確認するために、市中心部の約 35 km のルートを周回した。走行ルートを後述オに記す。

(ウ) 走行中の白煙排出状況の調査

寒冷時、DPF を装着した車両から白煙が排出されることがある。これは排気ガスに含まれる水分がエンジン始動後の暖まっていない DPF を通過する時に凝縮し、目に見える白煙となるためである。また、それまでの走行でフィルタに付着した燃料、エンジンオイルなどの成分が、排気ガスにより暖められることで、フィルタから離脱し、白煙として排出されることがある。これらの現象は気温が低くなると発生する傾向があり、この点についての調査を行った。

ウ 調査対象車両

(ア) バスの仕様

韓国・Daewoo 製 BS106
エンジン型式 : DE12
排気量 : 11, 051cc
最高出力 : 225PS/2, 200rpm
最大トルク : 81. 5kg/1, 400rpm

バスの全景を図 3 - 2 に示す。

実際の運行状態を模すために、乗客 50 人分の重さに相当するウェイト（砂袋）を積載した（図 3 - 4）。



出典：JICA 調査団作成

図３－２ 走行調査時における Daewoo 製バスの全景

(イ) DPF 取付状況

モコビーCT3 はバスの右側後部に取付けた。取付状況を図３－３に示す。



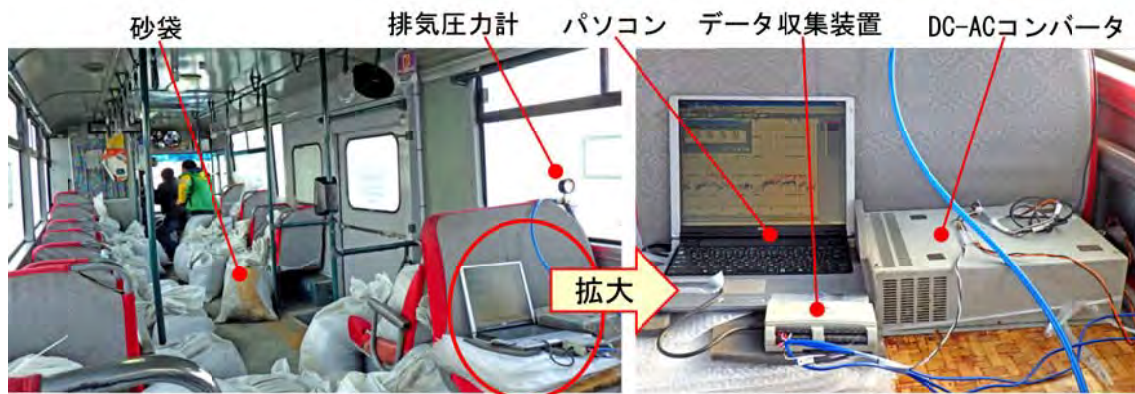
出典：JICA 調査団作成

図３－３ モコビーCT3 取付状況

エ バスに取付けた計測装置の概要及び計測内容

(ア) 計測装置スペック

- | | |
|----------------|-------------------|
| a. データ収集装置 | : キーエンス製 NR250 |
| b. 温度センサ | : K タイプ熱電対 |
| c. 圧力センサ | : 日本電産コパル電子製 PS40 |
| d. DC-AC インバータ | : DENRYO 製 S1500 |



出典：JICA 調査団作成

図3－4 走行試験用計測機器（車内）

(イ) 計測項目

- a. 温度測定点
 - (a) 排気温度(DPF 前)
 - (b) 排気温度(DPF 後)
 - (c) 外気温度
- b. 排気圧力
 - (a) DPF 前

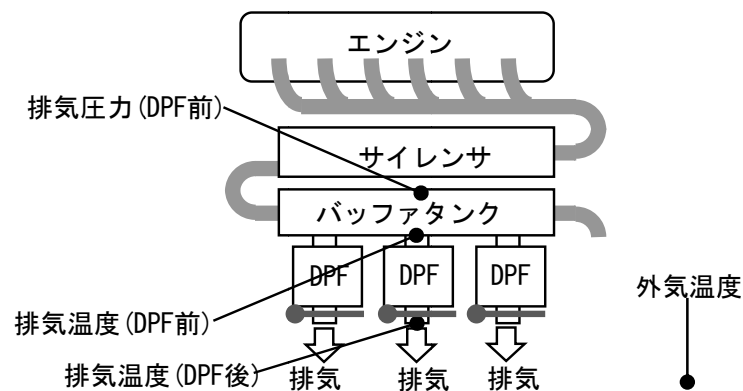
(ウ) 計測条件

- a. フィルタサイズ

「モコビー」標準のフィルタ（φ165mm×L150mm）を並列に3個搭載した。
- b. フィルタ仕様

モコビー標準のフィルタ仕様（SD021）を使用した。
- c. DPF 搭載レイアウト

モコビーCT3 搭載レイアウトを以下に記す。



出典 JICA 調査団作成

図3－5 モコビーCT3 搭載レイアウト

オ 走行調査のルート

市内の中心部を通り、渋滞が頻繁に起きるため走行速度が遅くなる市街地ルート、及び比較的渋滞が少なく、平均速度も市街地中心部よりも大きい市郊外ルートの2通りについて、エコロジーバス社と協議の上、以下の走行ルートを選定した。

(ア) 市街地ルート

市街地ルートは、図3-6に示すようにUB市西部のエコロジーバス本社・工場のある地点からPeace Avenueを東へKyokushu TowerからChingunjav Streetを北へ、ARU Ayush Avenue, L. Enebish Avenue, IKH Toiruu通りを東に向かい、南に下がってPeace Avenueに戻る。市の中心部Saga Toiruu通りを北上してIKH Toiruu、出発地点を通り、さらに西方へ向かい、北にあるゲル地域を1周してスタート地点に戻る一周約35kmのルートである。



出典 JICA 調査団作成

図3-6 市街地ルート（市内とゲル地区を走行する代表的なルート）

(イ) 市郊外ルート

市郊外ルートは、図3-7に示すように、UB市西部のエコロジーバス本社・工場のある地点から西方までを往復する約50kmのルートである。



出典 JICA 調査団作成

図3-7 市郊外ルート（市内と山岳地を結ぶアップダウンの多いルート）

カ 調査日程

表 3－1 の日程で調査を行った。

表 3－1 調査日程

日付	作業内容
11/28（土）	計測機器取り付け
11/30（月）	事前走行調査
12/1（火）	走行調査（市郊外ルート）
12/2（水）	走行調査（市郊外ルート）
12/3（木）	走行調査（市郊外ルート）
12/4（金）	走行調査（市街地ルート）
12/5（土）	走行調査（市街地ルート）
12/6（日）	走行調査（市街地ルート）
12/7（月）	計測機器取外し

出典 JICA 調査団作成

（２）冷間始動時の白煙排出状態の調査

UB 市では、DPF 搭載による寒冷地特有の問題が発生する恐れがあり、零度以下にエンジンが冷えた状態でエンジンを始動し、その影響について調査を行った。

DPF が-16℃まで冷えた状態からエンジン始動した際に白煙が排出されるかについて調査した。

寒冷地の始動試験を行う場合、バスを一晩屋外に置き、最も気温が下がる早朝にエンジンを始動する。モンゴル国では、気温が下がる夜間に車両を屋外に置くと、バッテリーが弱りエンジンが始動できなくなることがあることから、車両を車庫内に置くことが多い。今回の調査では、バスの運転手が夜間は車両を屋内に置くことを強く要望したため、バスを屋内に置き、バスから取外したカセット式フィルタを屋外で保管した。翌朝、外気温度に下がった状態でフィルタをバスに装着し、エンジン始動時の白煙排出状態を調査した。

（３）フィルタ凍結の調査

「モコビー」のフィルタは、セラミックスの多孔質の素材を使用しており、排気ガス中に含まれる水分がフィルタに吸着する。このようなフィルタを-15℃²³以下の環境に置くことで、フィルタ内部の水分が凍結する可能性があり、DPF の使用に与える影響について調査を行った。

フィルタに吸着された水分の凍結による排気圧力の上昇、水分凍結によるフィルタの破損が発生するか等について調査を行った。フィルタ破損については、フィルタからのスス漏れの有無について調査を行なった。

²³ UB 市では-40℃まで気温が下がることもあるが、-15℃でフィルタ内の水分は全て凍結すると考えられるので、-15℃を目安とした。

(4) フィルタ再生調査

ア フィルタ再生装置の概要

「モコビー」を車両に搭載し走行すると、フィルタにススが溜まり、溜まり過ぎると走行できなくなる。フィルタに既定量のススが溜まったことを排気圧力で検知し、定期的にススを取除きフィルタを初期の状態に戻す必要があり、これを再生という。DPF（モコビー）の場合は、取外したフィルタを外部電源(200V)を用いた電気ヒータ方式フィルタ再生装置（モコビーRE）でススを燃焼させる。急激に燃焼させるとフィルタが破損するので、温度制御を行いながら 50 分間でフィルタ再生を行う。



出典 JICA 調査団作成

図3－8 再生装置（モコビーRE）と屋内での再生作業

イ 調査の内容

本調査では、フィルタ内部に温度センサを設置し、再生中の温度を測定した。フィルタ内部の各点がススが燃焼する 600℃を超えること、及び再生後フィルタを取外してエアブローを行いススが排出されないこと等をフィルタ再生が正常であることの判断基準とした。

(ア) 屋内での再生

モンゴル国では、冬季に屋外で作業を行うことは基本的に無いため、フィルタ再生作業も屋内にて行う（図3－8）。本調査では気温 15℃の工場内でフィルタの再生、温度測定を行った。調査には、前述の走行調査で約 300km 走行したフィルタを使用した。

(イ) 屋外での再生

冬季のモンゴル国では、基本的に屋内でフィルタ再生装置を使用することを想定しているが、今後、フィルタ再生装置の利用が増えた場合、屋外で使用する可能性もある。そこで、気温の低い屋外で再生装置を使用した場合、機能に影響があるかについて調査を行った。

フィルタ再生装置、及び約 300 km 走行したフィルタを夜間、屋外に放置し、十分に気温が下がった翌朝に再生を行った（図3－9）。



出典 JICA 調査団作成

図3-9 屋外での再生作業

(ウ) スス捕集量の測定

フィルタ再生調査では、走行調査で約 300km 走行したフィルタを使用した。フィルタ再生前後のフィルタ重量を測定し、重量差からフィルタに捕集されたススの重量を求めた。アッシュの量は、エンジン本体のメンテナンス、エンジンオイルの性状、及びエンジンオイルの交換頻度等によって影響を受けるが、ここではスス量の約 1% と想定した。

ウ フィルタ再生調査に用いた計測装置の概要及び計測内容

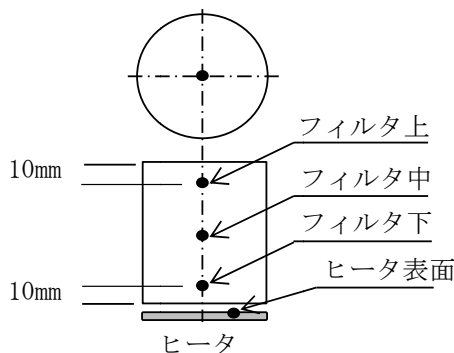
(ア) 計測装置スペック

- a. データ収集装置：キーエンス製 NR250
- b. 温度センサ：K タイプ熱電対

(イ) 温度測定点

- a. フィルタ温度（上部）
- b. フィルタ温度（中部）
- c. フィルタ温度（下部）
- d. ヒータ（表面）

温度測定点の位置を図 3-10 に示す。



出典 JICA 調査団作成

図3-10 再生装置温度測定位置

(5) 夏期走行調査

ア 調査の目的

夏期走行調査では、DPF の作動状態に冬季との違いがあるかの確認、及び最適なフィルタ形状、フィルタ仕様を選定するための調査を実施した。

イ 調査の内容

夏期走行調査の内容は以下の通りである。

(ア) 冬期走行調査との比較

冬期走行調査の結果と比較して、夏期の DPF の機能を確認すること。

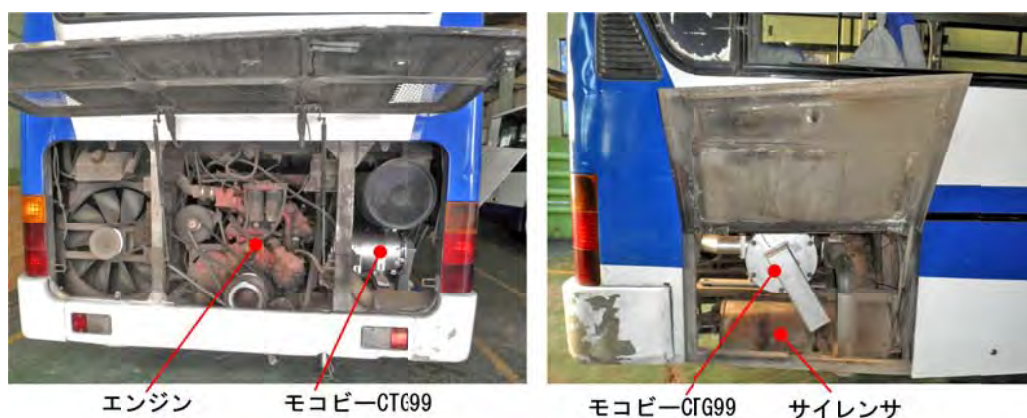
(イ) 大容量フィルタ CTG99 の調査

フィルタ 3 個を使用する CT3 をバスに搭載するにはエンジンルームのスペースの余裕がほとんど無く、またフィルタ 3 個を取り外し、再生する必要がある。そこで、フィルタ 3 個分の容量を持つ大口径のフィルタ CTG99 をテストする。フィルタサイズの比較を図 3-11、バスへの搭載状況を図 3-12 に示す。



出典 JICA 調査団作成

図 3-11 フィルタサイズ比較

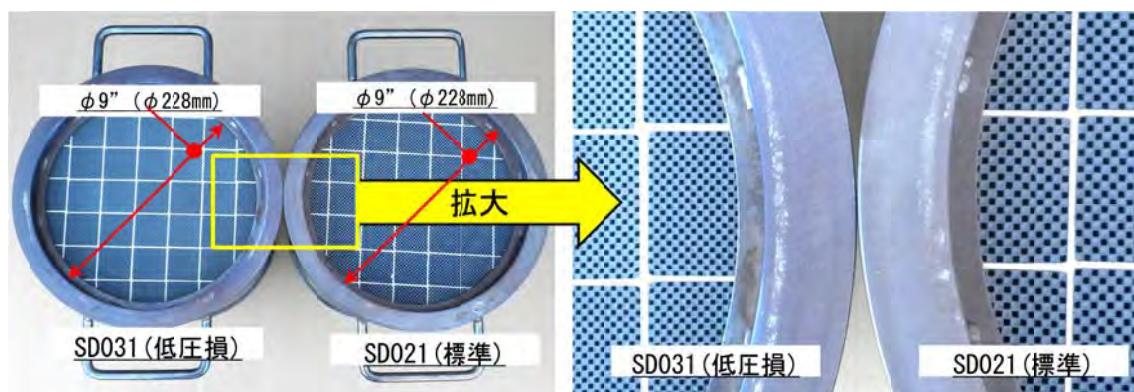


出典 JICA 調査団作成

図 3-12 CTG99 搭載状況

(ウ) 低圧損仕様フィルタの調査

燃費の悪化を極力少なくするため、従来のフィルタ仕様 SD021 に比較して圧力損失の低い SD031 をテストし、効果を確認する。形状の比較を図 3-13 に示す。



出典 JICA 調査団作成

図 3-13 低圧損及び標準フィルタ形状の比較

2 種類のフィルタ形状 (CTG99、CT3)、2 種類のフィルタ仕様 (SD021 : 標準、SD031 : 低圧損) の DPF を搭載した公共交通用大型バスで UB 市内を走行し、排気温度、排気圧力を計測した。以下の 4 条件で、排気圧力が限界に到達するか、300km を走行するまでテストコースを周回した。

表 3-2 夏期走行調査の条件

テスト条件 No.	①	②	③	④
フィルタ形状	CTG99	CTG99	CT3	CT3
フィルタ仕様	SD021	SD031	SD021	SD031

注：①フィルタ形状は CTG99 及び CT3

②フィルタ仕様は SD021 (標準)、及び SD031 (低圧損)

出典 JICA 調査団作成

ウ 調査対象車両

調査対象車両のバスは冬期試験と同じ韓国 Daewoo 製 BS106 である。バスは外装、内装が赤から青基調にリニューアルされたが、エンジン等主要な動力系は同じである (図 3-14)。実際の運行状態を模すために、乗客 50 人分の重さに相当するウェイト (砂袋) を積載した (図 3-15)。



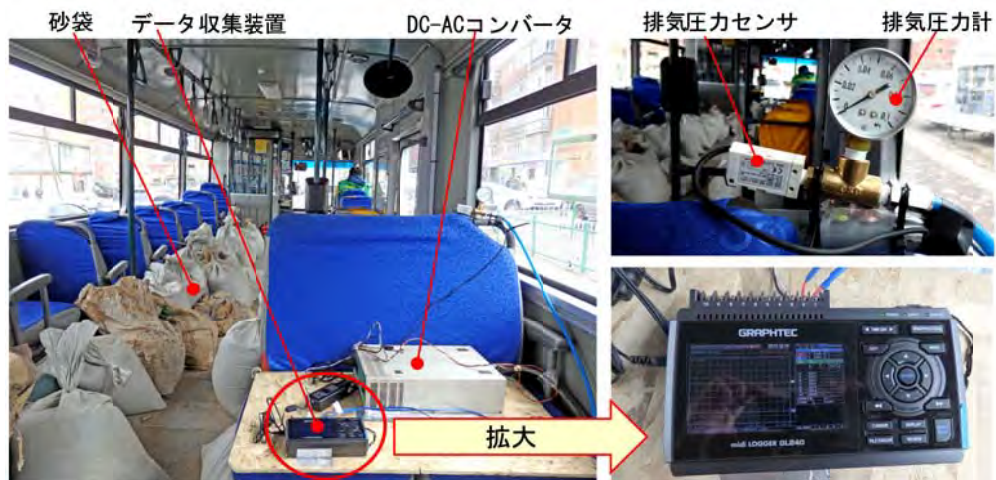
出典 JICA 調査団作成

図3-14 テスト車両 (Daewoo 製バス) 外観

エ バスに取付けた計測装置の概要及び計測内容

(ア) 計測装置スペック (図3-15)

- a. データ収集装置 : グラフテック製 GL240
- b. 温度センサ : K タイプ熱電対
- c. 圧力センサ : 日本電産コパル電子製 PS40
- d. DC-AC インバータ : DENRYO 製 S1500



出典 JICA 調査団作成

図3-15 走行試験用計測機器

(イ) 計測項目 (測定点は図 3-5 参照)

- a. 温度測定点
 - (a) 排気温度[DPF 前]
 - (b) 排気温度[DPF 後]
 - (c) 外気温度
- b. 排気圧力測定点
 - (a) DPF 前

(ウ) 計測条件

- a. フィルタサイズ

冬期走行調査と同じようにモコビー標準のフィルタ CT1 ($\phi 165\text{mm} \times L150\text{mm}$) を並列に 3 個搭載した CT3 と、標準のフィルタの約 3 倍の容量を持つモコビー CTG99 ($\phi 228\text{mm} \times L228\text{mm}$) を用いて調査を行った。

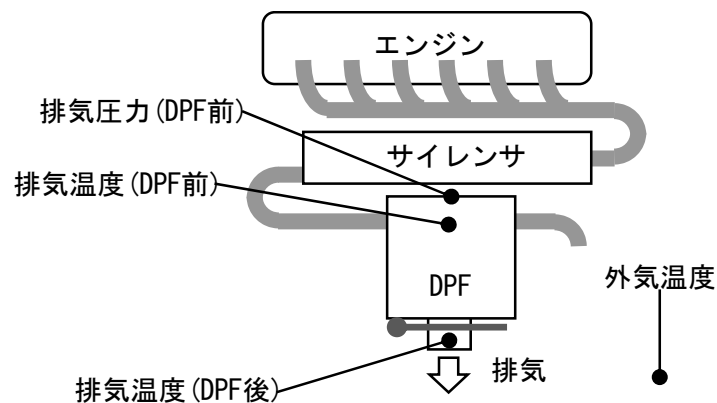
モコビー CTG99 はモコビー CT3 に対して、搭載性、メンテナンス性が優位になる点に着目し、性能確認を行った。

- b. フィルタ仕様

冬期走行調査で使用したフィルタ SD021 に対し、同量のススを捕集した条件で排気抵抗が少なくなるように改良された SD031 の調査を行った。低い排気圧力で DPF を運用できれば、燃料消費率の悪化を抑えることが可能になる。

- c. DPF(モコビー)搭載レイアウト

モコビー CT3 の搭載レイアウトは、冬期走行調査のレイアウト (図 3-3、図 3-5 参照) と同じである。モコビー CTG99 搭載レイアウトを図 3-12、図 3-16 に示す。



出典 JICA 調査団作成

図 3-16 モコビー CTG99 搭載レイアウト

オ 走行調査のルート

夏期走行テストのルートは、冬期調査と同じ市街地走行ルートで行い、エコロジーバス社のある地点から、東方のUB市中心部を往復した後、西方のゲル地域を走行する35kmの周回ルートである。

カ 調査日程

表3-3の日程でテストを行った。

表3-3 テスト日程

日付	作業内容
5/7 (土)	DPF 載せ替え (CT3 から CTG99 へ)
5/9 (月)	計測機器取り付け
5/10 (火)	計測機器取り付け
5/11 (水)	走行調査 (CTG99-SD021)
5/12 (木)	走行調査 (CTG99-SD021)
5/13 (金)	走行調査 (CTG99-SD031)
5/14 (土)	走行調査 (CTG99-SD031)
5/15 (日)	DPF 載せ替え (CTG99 から CT3 へ) 、走行調査 (CT3-SD021)
5/16 (月)	走行調査 (CT3-SD021)
5/17 (火)	走行調査 (CT3-SD031)
5/18 (水)	走行調査 (CT3-SD031)

出典 JICA 調査団作成

(6) 排出ガス調査

ア 調査の目的

前段の走行調査の結果からモコビーのフィルタに捕集されるススの量が非常に多く、モコビーが公共交通用大型バスの黒煙を大幅に低減できることが明らかとなった。そこで、PMの削減量を定量的に把握するために、実車走行テストによる排出ガス調査を実施した。

イ 調査の内容

車載型排出ガス計測機器を車両（バス）に搭載し、同車両がUB市内の道路の走行する際に排出する排出ガス（NO_x、PM等）等を計測した。DPF有無別に3種類の走行ルートを走行して計測を行った。調査日数は、DPFあり、DPFなしのそれぞれ平日2日間とした。調査時間帯は、朝（9時～）、昼（12時～）、夕（15時～）とした。

調査の条件を表3-4にまとめた。

表 3-4 排出ガス調査時間帯と調査ルート

Zhongtong 製バス	DPF なし	5/13 (金)	15:00～	ルート 3 (高速)
		5/16 (月)	9:00～	ルート 1 (平和通り)
			12:00～	ルート 1 (平和通り)
			15:00～	ルート 2 (環状)
		5/17 (火)	9:00～	ルート 2 (環状)
			12:00～	ルート 3 (高速)
	DPF あり	5/18 (水)	9:00～	ルート 1 (平和通り)
			12:00～	ルート 1 (平和通り)
			15:00～	ルート 2 (環状)
		5/19 (木)	9:00～	ルート 2 (環状)
			12:00～	ルート 3 (高速)
			15:00～	ルート 3 (高速)
Daewoo 製バス	DPF なし	5/23 (月)	12:00～	ルート 1 (平和通り)
			15:00～	ルート 3 (高速)
		5/24 (火)	9:00～	ルート 1 (平和通り)
			15:00～	ルート 2 (環状)
		5/25 (水)	9:00～	ルート 2 (環状)
			12:00～	ルート 3 (高速)
	DPF あり	5/26 (木)	9:00～	ルート 1 (平和通り)
			12:00～	ルート 1 (平和通り)
			15:00～	ルート 2 (環状)
		5/27 (金)	9:00～	ルート 2 (環状)
			12:00～	ルート 3 (高速)
			15:00～	ルート 3 (高速)

出典 JICA 調査団作成

車載型排出ガス計測装置は、車両の走行速度、エンジン回転数、排出ガス量、位置情報 (GPS の緯度経度)、温度、湿度を 0.5 秒ごとに計測が可能である。

排出ガス調査の車両の走行は、他の車両の速度とあわせて走行し、平均的なデータを収集するようにドライバーを指導した。

ウ 調査対象車両

調査対象車両は、下記の中国 Zhongtong 製バスと韓国 Daewoo 製バスの 2 台である。各バスの諸元を表 3-5 に、Zhongtong 製バスの取付状況を図 3-17 に示す。調査条件は、バスの乗車定員の半分を想定したウェイト (2.5t) を積載した。

表 3－5 調査車両の諸元

No	1	2
車名	Zhongtong	Daewoo
型式	LCK6103	BS106
燃料	軽油	軽油
製造年	2013	2009
車両重量(kg)	10,200	9,015
乗車定員(人)	27	58
総重量(kg)	15,000	15,775
排気量(L)	7.3	11.1
吸気方式	TC	NA
長さ(cm)	1090.0	1059.0
幅(cm)	250.0	249.0
高さ(cm)	317.0	311.0
変速機	5MT	5MT
プレートナンバー	6682UHY	7502UBCH
走行距離(km)	135,535	不明

出典 JICA 調査団作成



出典 JICA 調査団作成

図 3－17 調査車両（Zhongtong 製バス）とモコビーCT3 取付状況

エ バスに取付けた計測装置の概要及び計測内容

車両の走行動態や排出ガス等を計測した車載型排出ガス計測装置の概要を表 3－6 に、外観を図 3－17、図 3－18 及び図 3－19 に示す。

表 3－6 車載型排出ガス計測装置の概要

計測装置	計測項目
データーロガー	速度 (km/h) 、エンジン回転数 (rpm) 、緯度経度、温度・湿度
NOx 計	NOx (ppm) 、O ₂ (%) 、CO ₂ (O ₂ より算定)
PM 計	吸光係数 (1/m)
エアフローメーター	吸入空気量

出典 JICA 調査団作成



出典 JICA 調査団作成

図 3－18 車載型排出ガス計測装置（車室内）



出典 JICA 調査団作成

図 3－19 車載型排出ガス計測装置（車室外）

オ 排出ガス調査のルート

調査ルートを、図3-20（ルート1、平和通りルート）、図3-21（ルート2、環状ルート）、図3-22（ルート3、高速ルート）に示す。

（ア）平和通りルート

平和通りルートは図3-20に示すように、UB市西部のエコロジーバス社のある地点から平和通りを東へ進んだ後に折り返し、平和通りを戻るルートである。



出典 JICA 調査団作成

図3-20 排出ガス調査ルート1（平和通りルート）

（イ）環状ルート

環状ルートは図3-21に示すように、UB市西部のエコロジーバス社のある地点から、UB市中心部を囲むように環状に走行するルートである。

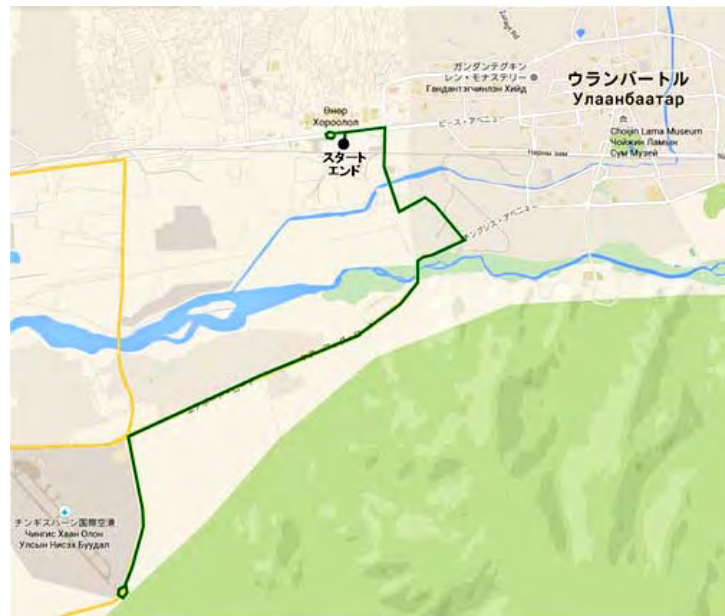


出典 JICA 調査団作成

図3-21 排出ガス調査ルート2（環状ルート）

（ウ）高速ルート

高速ルートは図3-22に示すように、UB市西部のエコロジーバス社のある地点から市郊外へ向かいチンギスハーン国際空港付近で折り返すルートである。



出典 JICA 調査団作成

図 3-22 排出ガス調査ルート 3 (高速)

カ 調査日程

調査は、表 3-7 の日程で行った。

表 3-7 排出ガス調査日程

日付	車両	作業内容
5/12 (木)	Zhongtong 製バス	計測機器取付け
5/13 (金)	Zhongtong 製バス	計測機器取付け 走行調査 (DPF なし)
5/16 (月)	Zhongtong 製バス	走行調査 (DPF なし)
5/17 (火)	Zhongtong 製バス	走行調査 (DPF なし)
5/18 (水)	Zhongtong 製バス	走行調査 (DPF あり)
5/19 (木)	Zhongtong 製バス	計測機器取外し
5/21 (土)	Daewoo 製バス	計測機器取付け
5/23 (月)	Daewoo 製バス	計測機器取付け 走行調査 (DPF なし)
5/24 (火)	Daewoo 製バス	走行調査 (DPF なし)
5/25 (水)	Daewoo 製バス	走行調査 (DPF なし)
5/26 (木)	Daewoo 製バス	走行調査 (DPF あり)
5/27 (金)	Daewoo 製バス	走行調査 (DPF あり)
5/31 (火)	Daewoo 製バス	計測機器取外し

出典 JICA 調査団作成

(7) フィルタ再生時の臭い対策調査

ア 調査の目的

フィルタを再生する時に、白煙と臭いが少量排出される。これは、フィルタにススと共に捕集された未燃の燃料やエンジンオイルが燃焼する時に発生する。

再生装置は屋外の換気の良い場所で使用するため、白煙と臭いはあまり問題にならないが、UB市の冬季においては再生装置を室内で使用する可能性が高いため、白煙と臭いについて調査を行った。

イ 調査の内容

脱臭には様々な方法があるが、一般的に使用されている触媒による脱臭は、モンゴル国のような高イオウ軽油の場合、触媒が早期に劣化するため使用できない。そこで、本調査では、臭いを含むガス中の白煙と臭い成分が燃焼、分解される温度まで加熱する電気ヒータ方式を採用した。

(8) エアフィルタの状態についての調査

ア 黒煙排出量

エアフィルタのメンテナンス状態が黒煙の排出に与える影響を調査するために、走行テストに使用した Daewoo 製バスを UB 市の車検場へ持ち込み、オパシメータで排出ガスの黒煙濃度を測定した。バスに装着されている使用中のエアフィルタに加え、新品と廃棄前の使用済みフィルタの 3 種類を用意した。オパシメータで測定した値に加え、従来からの測定方法であるスモークメータでの測定値への換算を行った。

イ 燃料消費率

エアフィルタのメンテナンス状態が燃料消費率に与える影響を調査するために、上記アと同じ Daewoo 製バスについて、新品のエアフィルタと使用過程のエアフィルタを用いて、(6)で記した手法で走行中の燃料消費を測定した。

3-2 製品・技術の現地適合性検証結果

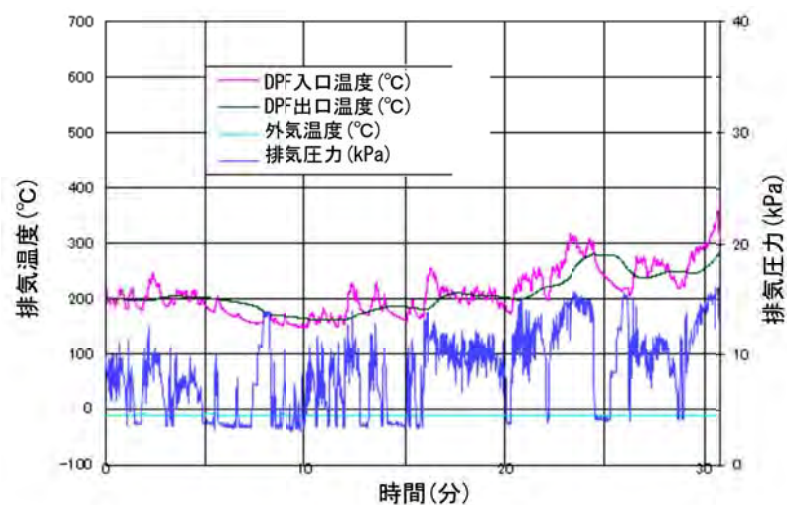
3-2-1 各調査の結果

(1) 冬期走行調査結果

ア UB市郊外におけるDPF走行距離の調査結果

(ア) 計測データ

走行時の排気温度(DPF 入口側)、排気温度(DPF 出口側)、外気温、排気圧力の 4 項目について計測を行った。結果を図 3-2-3 に示す。排気温度、排気圧力の測定値はバスの走行状態(加速・減速等)に応じ変化を繰り返すことから、各走行条件における測定結果を定量的に捉えることが難しいことがわかった。

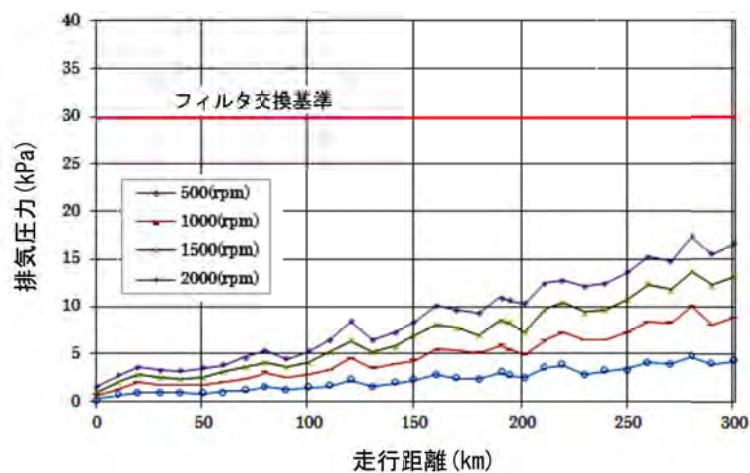


出典 JICA 調査団作成

図 3-23 走行時の排気温度と排気圧力の推移（市郊外ルート）

（イ）距離と排気圧力

上記の対応策として、バスが走行する過程で 10km ごとに停車し、エンジン無負荷状態でエンジン回転数を変化させ、各回転数 (500rpm、1,000rpm、1,500rpm、2,000rpm) における排気圧力を記録した。結果を図 3-24 に示す。



出典 JICA 調査団作成

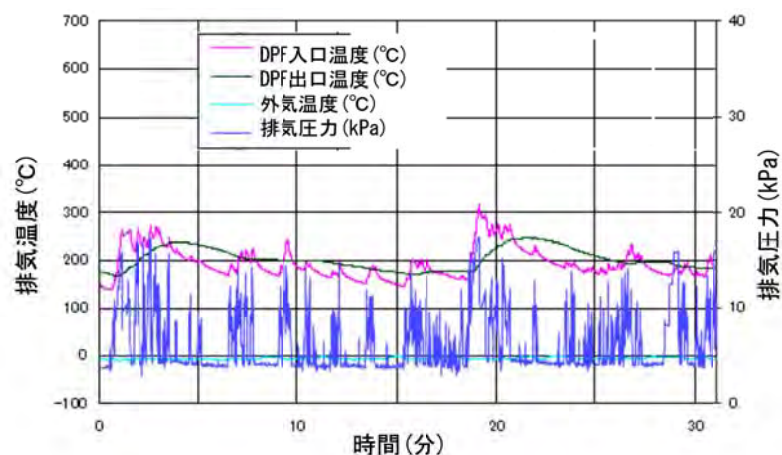
図 3-24 走行距離と排気圧力の関係（市郊外ルート）

以上の結果から 300 km 走行時にもフィルタ交換の基準となる 30kPa には届かず、フィルタ交換（再生）を行わずに、300 km 以上走行できることが明確となった。

イ 市街地における DPF 走行距離の調査結果

（ア）計測データ

走行時の排気温度[DPF 入口側]、排気温度[DPF 出口側]、外気温、排気圧力の4項目についての計測結果を図3-25に示す。市街地での走行は前述の市郊外の走行と比較して、交通渋滞による停車時間が長く、走行速度も低いため、排気温度、排気圧力ともに、低い値で推移することが分かった。

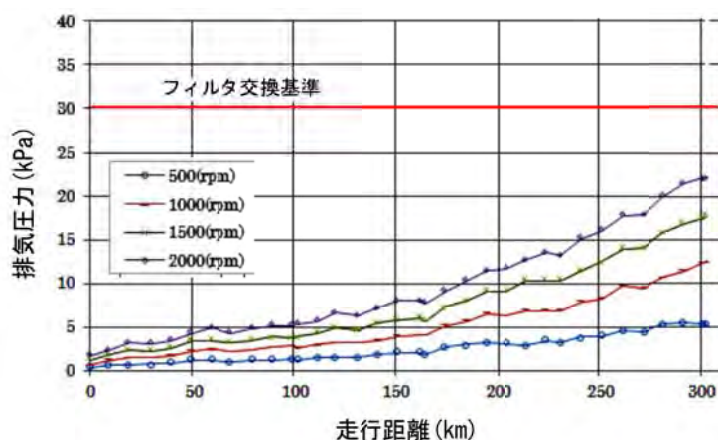


出典 JICA 調査団作成

図3-25 走行時の排気温度と排気圧力の推移（市街地ルート）

(イ) 距離と排気圧力

バスが走行する過程で10kmごとに停車し、エンジン無負荷状態でエンジン回転数をアクセル操作により変化させ、各回転数（500rpm、1,000rpm、1,500rpm、2,000rpm）における排気圧力を記録した。結果を図3-26に示す。公共交通用大型バスの市街地ルートを300km走行した場合もフィルタ交換の基準となる30kPaには届かず、フィルタ交換（再生）を行わずに300km以上走行でき、1日の走行には問題がないことが分かった。



出典 JICA 調査団作成

図3-26 走行距離と排気圧力の関係（市街地ルート）

ウ 走行中の白煙排出状況の調査結果

冬季の気温が低いUB市でDPFを使用すると白煙が排出されるかを確認するため、テスト走行中の排気ガスを逐次目視で確認したが、白煙は確認できなかった。このことから、白煙の発生をUB市の気温の低さが助長することは無いことが分かった。

(2) 冷間始動時の白煙排出状態の調査結果

前述(1)ウ項では、走行中の白煙排出状況を調査した。本項では、DPFが -15°C 以下まで冷えた状態からエンジン始動した際に白煙が排出されるかについて調査した。

排気ガス中の水蒸気の凝縮による寒さに起因する白煙は、図3-27のように排出されたが、排出量、濃さ共に一般的なものであった。他の車両から排出される白煙と同等であり、DPFによる白煙の発生が問題となることはないと思われる。



出典 JICA 調査団作成

図3-27 冷間始動時の白煙発生状態

(3) フィルタ凍結の調査結果

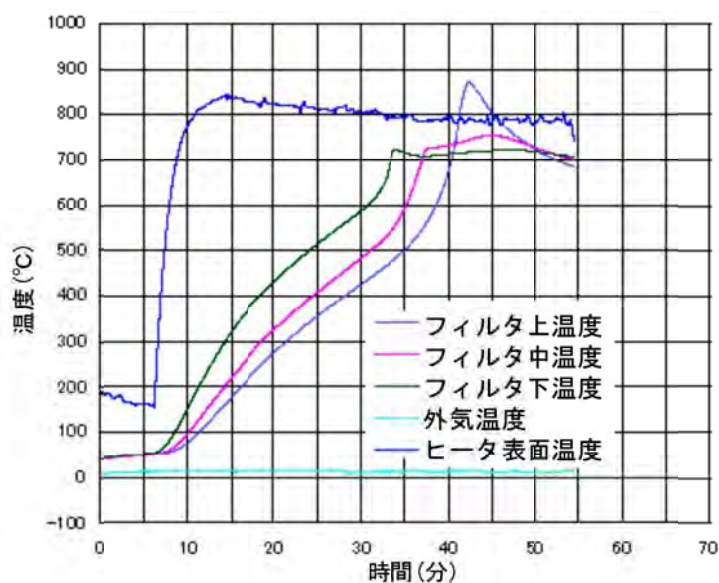
走行後、フィルタを取外す前のエンジン回転数2,000rpm時の排気圧力は、1.61kPaであった。翌朝、屋外に置いたフィルタを装着した後のエンジン回転数2,000rpm時の排気圧力は1.54kPaであり、排気圧力が上がることはなく、逆に下がった。排気圧力が下がった理由は、排気管、DPFの温度の高低による排気ガスの熱膨張量の違いが、排気圧力の違いとなって表れたと考えられる。これは、冷間でなくとも、温度の高低により発生する一般的な現象である。フィルタ内部の水分が凍結することによる排気圧力の上昇は、発生しないことが分かった。

その後、走行調査を続けた結果、フィルタ後流へのススの付着は無く、フィルタは破損せず正常であることが分かった。長期間使用した場合の評価については、普及・実証事業の中で確認したい(過去にフィルタを約 -20°C の冷凍庫内で1年以上保管するテストを実施したが、クラック等の破損は発生せず正常であった)。

(4) フィルタ再生調査結果

ア 屋内での再生

再生経過時間とフィルタ各点の温度の関係を図3-28に示す。再生開始約40分後には、フィルタ内部の3点(フィルタ上、フィルタ中、フィルタ下)は、ススが燃焼を始める600℃を超えた。規定の時間50分で、再生は終了していると考えられる。再生終了後のフィルタの状態を確認したところ、ススの燃え残りは無く、再生状態は良好であった。ただし、ススを燃やした後にフィルタに残る灰分(アッシュ)の量が、日本でのアッシュの標準的な量よりも多かった(図3-29)。



出典 JICA 調査団作成

図3-28 屋内(15℃)での再生時のフィルタ内部温度の推移



フィルタより脱落したアッシュ

再生装置内に脱落、堆積したアッシュ

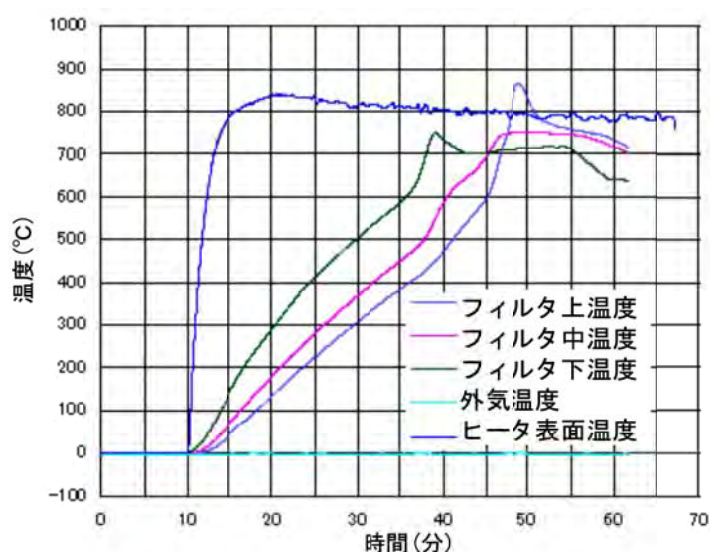
出典 JICA 調査団作成

図3-29 フィルタに残ったアッシュ

イ 屋外での再生

再生装置を夜間、屋外に放置し、翌朝気温-17℃の時に再生を開始した。再生装置には制御のための電子部品が多く使用されているが、低温下でも異常なく作動した。

再生経過時間とフィルタ各点の温度の関係を図3-30に示す。再生開始後45分でフィルタ内部の3点（フィルタ上、フィルタ中、フィルタ下）は600℃を超え、屋内での結果と同様の傾向を示した。再生終了後のフィルタ状態を確認したところ、ススの燃え残りは無く、再生状態は良好であった。前項アの屋内での再生結果と比較しても明確な違いはなく、気温の低い屋外で再生を行っても問題の無いことが分かった。ただし、室内での再生と同様に、ススを燃やした後にフィルタに残るアッシュの量が多かった。



出典 JICA 調査団作成

図3-30 屋外（-17℃）での再生時のフィルタ内部温度の推移²⁴

ウ スス捕集量の測定

フィルタに捕集されたスス量の測定結果を表3-8に示す。捕集されたススは、走行した距離に見合った量であった。

表3-8 フィルタに捕集されたススの量

	単位	試料 1	試料 2
再生前フィルタ重量	g	16,143.9	16,140.3
再生後フィルタ重量	g	15,972.9	15,951.9
スス捕集量	g	171.0	188.4
残されたアッシュ重量	g	1.7	1.9
燃焼したスス量	g	169.3	186.5

²⁴ 計測に使用したデータロガーの使用周囲温度が10～35℃であり、-17℃の環境での測定結果は参考データとなる。測定時の外気温は温度計で-17℃を計測した。

注：①試料 1 は UB 市郊外ルート 300km 走行後の数字
 ②試料 2 は市街地ルート 300km 走行後の数字
 アッシュの量はスス&アッシュの量の約 1%と想定
 出典 JICA 調査団作成

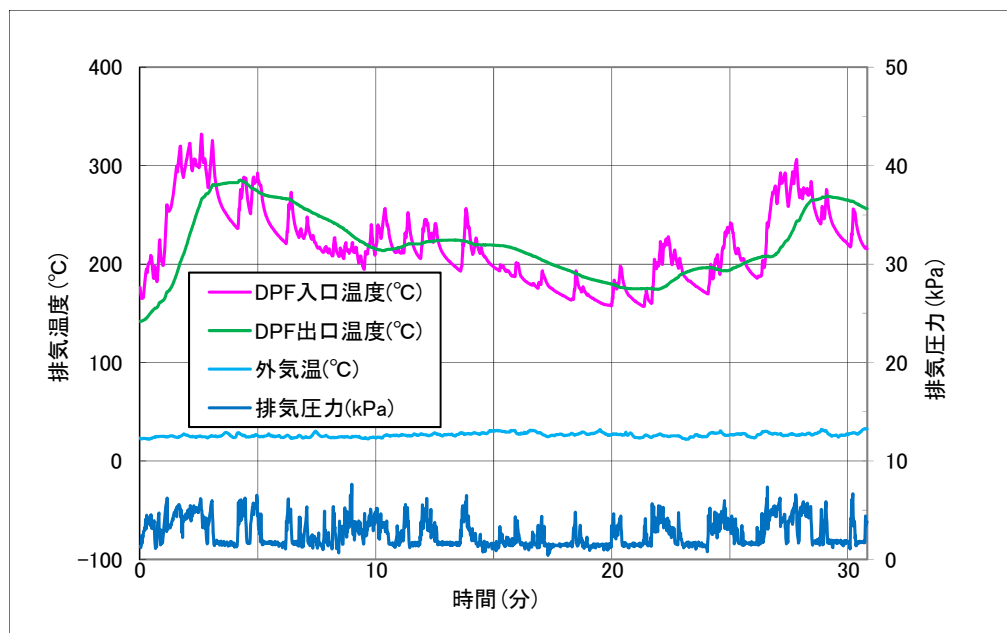
(5) 夏期走行調査結果

ア 冬期走行調査との比較

走行時の排気温度(DPF 入口側)、排気温度(DPF 出口側)、外気温度、排気圧力の 4 項目について計測を行った。結果を図 3-31 に示す。

排気温度、排気圧力の測定値はバスの走行状態(加速・減速等)に応じ変化を繰り返すことから、各走行条件における測定結果を定量的に捉えることが難しい。

そこで、バスが走行する過程で 10km ごとに停車し、エンジン無負荷状態でエンジン回転数をアクセル操作により変化させ、各回転数(500rpm、1,000rpm、1,500rpm、2,000rpm)における排気圧力を記録し、各調査の条件を比較した。



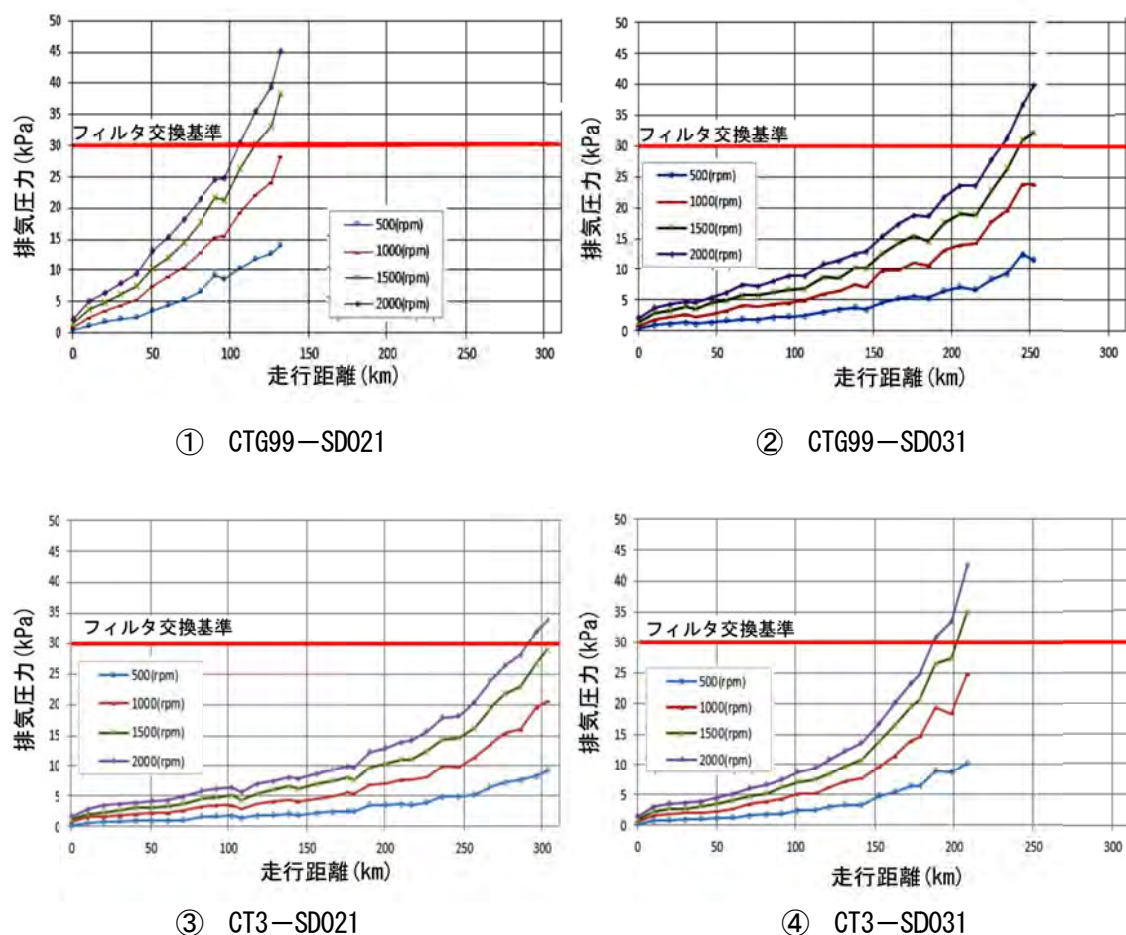
出典 JICA 調査団作成

図 3-31 走行時の排気温度と排気圧力の推移

条件①CTG99-SD021、条件②CTG99-SD031、条件③CT3-SD021、条件④CT3-SD031の結果を図 3-32 にまとめた。

各走行調査の結果とフィルタに捕集されたススの重量を表 3-9 にまとめた。CT3 については、3 個のフィルタに捕集されたススの総重量を表している。表中の⑤は、冬期走行調査の CT3-SD021 の結果を示している。

最初に実施した①の走行調査では、排気圧力が急激に上昇するという予想外の結果となった。その原因の1つとして、整備不良が疑われたため、オイル交換、エアフィルタ清掃を行った。エンジンメンテナンス実施後に②、③、④の走行調査を実施した。



出典 JICA 調査団作成
図3-32 走行調査結果

表3-9 各走行調査の比較表

条 件	①	②	③	④	⑤
フィルタ形状	CTG99	CTG99	CT3	CT3	CT3
フィルタ仕様	SD021	SD031	SD021	SD031	SD021
エンジンメンテナンス	未	済	済	済	-
走行距離 (km)	130	250	300	210	300
走行調査終了時の排圧 (kPa)	45	40	34	43	23
スス捕集量 (g)	276.4	176.8	224	201	188.4

出典 JICA 調査団作成

冬期⑤及び夏期走行調査③共に 300km 以上走行できることが確認できたが、300km 走行時の排気圧力が、冬期は 23kPa、夏期は 34kPa と違いが見られる。

フィルタ交換基準は 30kPa であり、夏期テストの結果の 34kPa は基準を超えているように見える。しかし、フィルタ交換が必要となるのは、頻繁かつ継続的に排気圧力がフィルタ交換基準を超えるようになった時である。テスト時は、排気圧力測定のためバスを停車させてエンジン回転数を 2,000rpm まで上昇させるので、瞬間的にフィルタ交換基準の 30 kPa を超える。しかし実際の走行調査では低い回転数を使用しているため、走行中にフィルタの交換を行う必要は発生しなかった。

200km 走行時の排気圧力は、冬期、及び夏期テストともに 12kPa 前後でほとんど違いが見られない。200km 走行以降の排気圧力上昇の違いについては、明確な原因を確認するに至っていない。今回の夏期走行調査で、エンジンメンテナンスの状態が走行距離に大きく影響する可能性があることが判明した。

イ 大容量フィルタ CTG99 の調査

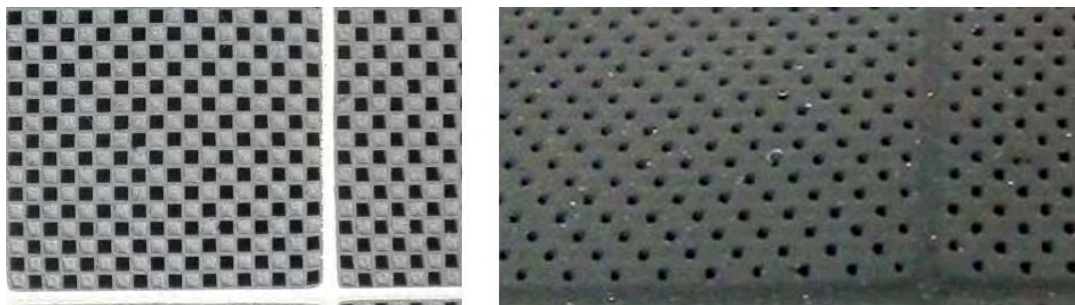
標準サイズのフィルタ 3 個分の容量を持つフィルタ CTG99 は、走行距離が 300km に達する前に再生が必要になる排気圧力に到達した。エンジンメンテナンスの実施で再生までの走行距離は 250km まで伸びたが、300km には達しなかった。

ウ 低圧損仕様フィルタの調査

③、④はフィルタ形状は CT3 で同一、フィルタ仕様が SD021、SD031 と異なる。表 3-8 に示すように③は、300km 走行した時の排気圧力が 34kPa であるが、④は 210km 走行した時に排気圧力が 43kPa に達したためテストを中断した。

低圧損仕様の SD031 の方が、フィルタを再生する間隔が長くなると予想されたが、実際には逆の結果となった。捕集後のフィルタを観察すると、フィルタ入口側の端面の穴がススで覆われ、非常に狭くなっていることが分かった。その時の状態を図 3-33 に示す。テストで使用したバスのエンジンはオイル消費が約 5L/週と非常に多く、排出されるススに通常より多くのオイルが含まれ、ススがベタついていると考えられる。したがって、ススがフィルタ奥まで流れ込みにくく、フィルタ端面で詰まった可能性があり、走行距離が短くなったものと思われる。この現象の模式図を図 3-34 に示す。SD021 はススの粒子が奥まで流れることを示し、SD031 はススの粒子が排気ガス入口付近で詰まっていることを示している。

SD031 は SD021 に対して構造的に壁厚が薄く、フィルタ端面の穴のサイズが小さく、排気圧力を低くする特徴を持っているが、穴のサイズが小さい点が、本テストの条件ではマイナス要因となったと考えられる。

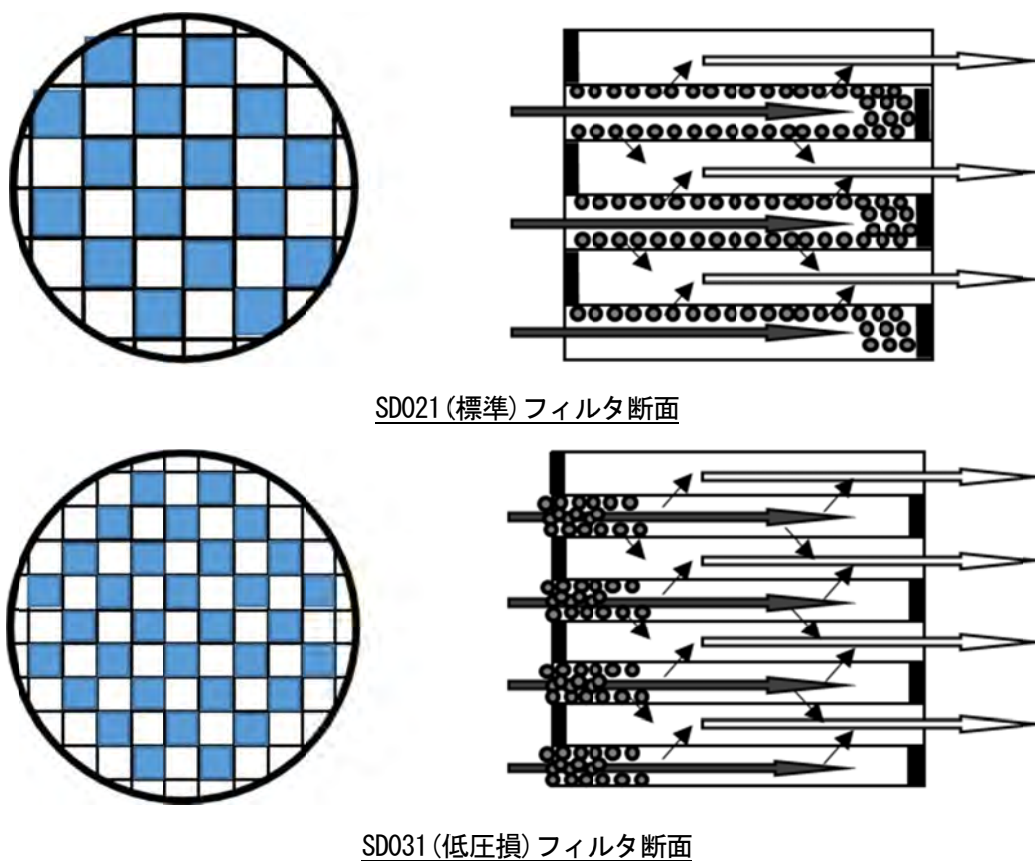


仕様前のフィルタ表面

スス捕集後のフィルタ表面

出典 JICA 調査団作成

図 3-33 走行前後のフィルタ表面の比較 (SD031)



SD021 (標準) フィルタ断面

SD031 (低圧損) フィルタ断面

出典 JICA 調査団作成

図 3-34 スス捕集時のフィルタ断面模式図

(6) 排出ガス調査結果

ア 運行ごとの走行動態

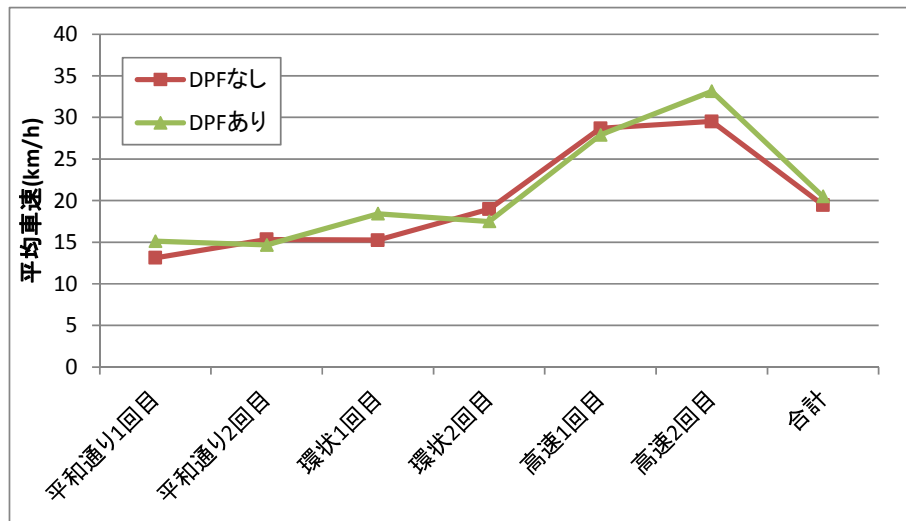
(ア) Zhongtong 製バス

運行毎の走行動態を表3-10にまとめ、運行毎の平均車速を図3-35に示す。
平均車速は、DPF なしで 19.5km/h、DPF ありで 20.5km/h であった。

表3-10 Zhongtong 製バスの走行動態

		平均車速 (km/h)	4モード(%)			
			加速	定速	減速	停止
DPFなし	平和通り1回目	13.1	23.5	18.5	22.8	35.1
	平和通り2回目	15.3	27.5	23.3	23.7	25.5
	環状1回目	15.3	25.4	23.8	22.4	28.4
	環状2回目	19.0	29.2	24.7	25.2	20.9
	高速1回目	28.7	26.0	36.2	23.3	14.5
	高速2回目	29.5	28.0	34.2	26.0	11.8
	合計	19.5	26.5	26.2	23.8	23.6
DPFあり	平和通り1回目	15.1	25.6	22.8	23.2	28.4
	平和通り2回目	14.7	26.2	23.8	23.9	26.2
	環状1回目	18.4	29.5	26.7	25.0	18.8
	環状2回目	17.5	29.0	25.2	25.0	20.8
	高速1回目	27.9	26.8	39.1	22.8	11.2
	高速2回目	33.1	27.3	40.9	22.2	9.7
	合計	20.5	27.4	29.1	23.8	19.7

出典 JICA 調査団作成



出典 JICA 調査団作成

図3-35 Zhongtong 製バス運行毎の平均車速

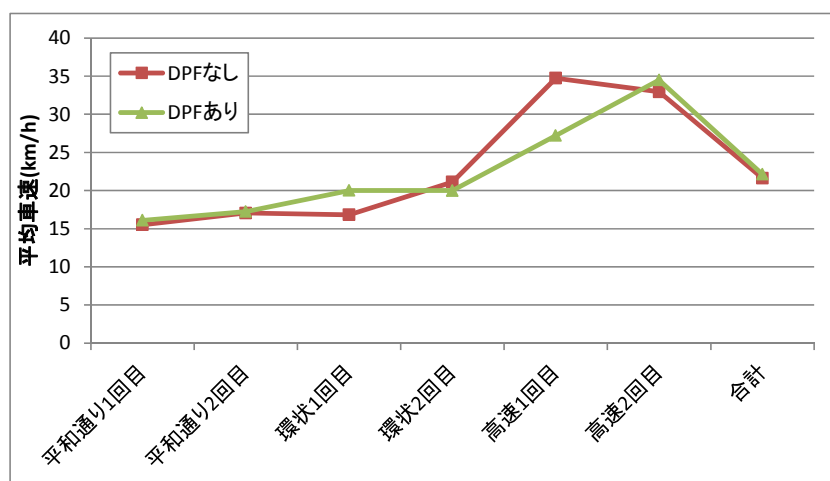
(イ) Daewoo 製バス

運行毎の走行動態を表3-11にまとめ、運行毎の平均車速を図3-36に示す。
平均車速は、DPF なしで 21.6km/h、DPF ありで 22.2km/h であった。

表 3-11 Daewoo 製バスの走行動態

		平均車速	4モード(%)			
		(km/h)	加速	定速	減速	停止
DPFなし	平和通り1回目	15.5	29.7	16.2	25.2	28.9
	平和通り2回目	17.1	29.0	17.8	26.5	26.7
	環状1回目	16.8	28.2	18.6	23.9	29.3
	環状2回目	21.1	29.1	24.3	25.6	21.0
	高速1回目	34.7	21.6	54.0	18.1	6.3
	高速2回目	32.9	24.3	46.2	19.8	9.7
	合計	21.6	27.5	26.8	23.7	22.0
DPFあり	平和通り1回目	16.1	27.8	16.3	22.1	33.8
	平和通り2回目	17.2	30.8	17.3	26.7	25.4
	環状1回目	20.0	32.3	19.4	24.8	23.5
	環状2回目	20.0	30.5	21.7	25.1	22.6
	高速1回目	27.2	21.6	46.2	18.6	13.7
	高速2回目	34.5	24.9	50.6	20.3	4.2
	合計	22.2	28.0	28.0	23.0	21.1

出典 JICA 調査団作成



出典 JICA 調査団作成

図 3-36 Daewoo 製バスの運行毎の平均車速

イ 運行速度区分別排出率等

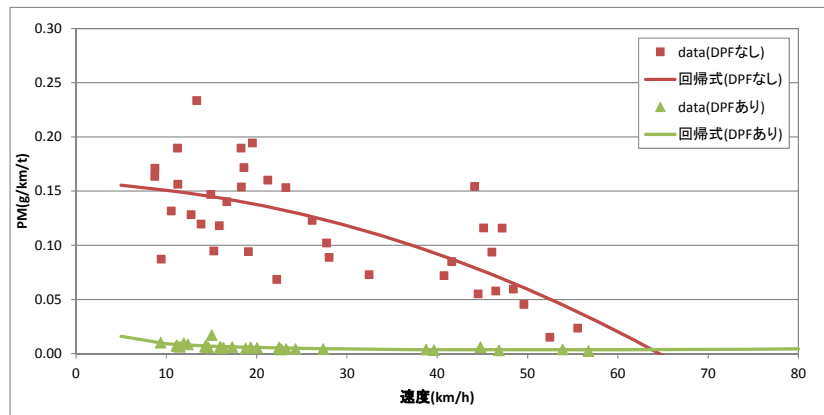
(ア) Zhongtong 製バス

運行速度区分別 PM 排出率、NOx 排出率、燃料消費率をそれぞれ図 3-37、図 3-38 及び図 3-39 に示す。また、今回の市街地ルート（平和通りルート、環状ルート）の平均速度である 17km/h における PM 排出率、NOx 排出率、燃料消費率及び増減率を表 3-12 にまとめた。

PM 排出率は、DPF なしが 0.142g/km/t、DPF ありが 0.006g/km/t となり、DPF ありが DPF なしより 0.136g/km/t 少なく、95.6%の削減となった。

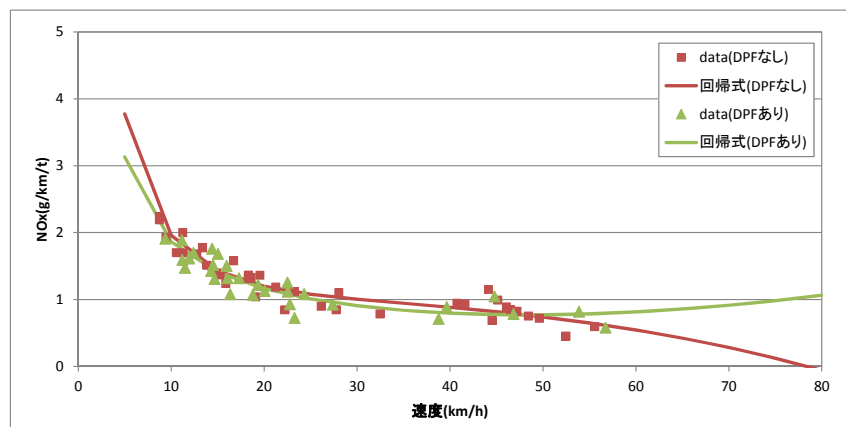
NOx 排出率は、DPF なしが 1.315g/km/t、DPF ありが 1.294g/km/t となり、DPF ありが DPF なしより 0.021g/km/t 少なく、1.6%の削減となった。

燃料消費率は、DPF なしが 0.499L/km、DPF ありが 0.494L/km となり、DPF ありが DPF なしより 0.005L/km 少なく、1.0%の削減となった。



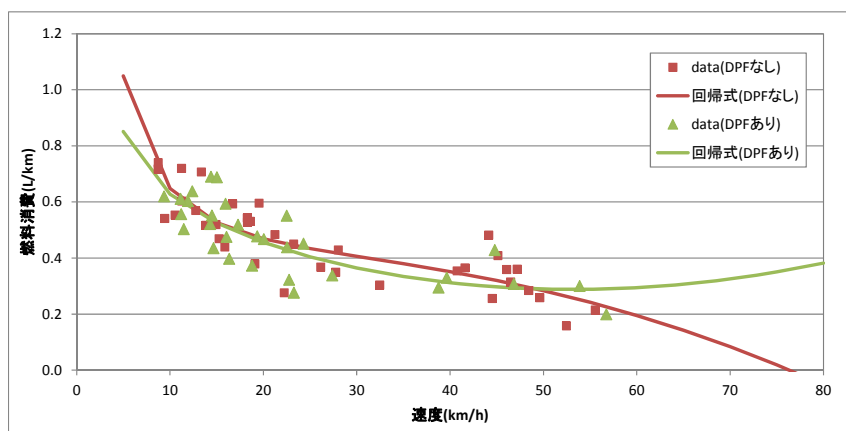
出典 JICA 調査団作成

図3-37 Zhongtong 製バス PM 排出率



出典 JICA 調査団作成

図3-38 Zhongtong 製バス NOx 排出率



出典 JICA 調査団作成

図3-39 Zhongtong 製バス燃料消費率

表 3-12 Zhongtong 製バスの速度 17km/h における排出率等

	Nox (g/km/t)	PM (g/km/t)	燃料消費 (L/km)
DPFなし	1.315	0.142	0.499
DPFあり	1.294	0.006	0.494
差	-0.021	-0.136	-0.005
増減率(%)	-1.6	-95.6	-1.0

出典 JICA 調査団作成

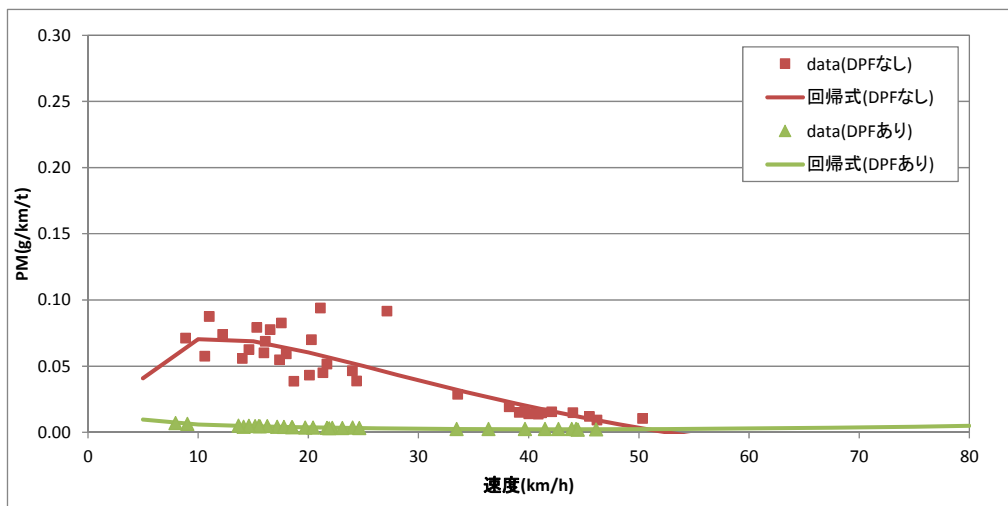
(イ) Daewoo 製バス

運行速度区別 PM 排出率、NOx 排出率、燃料消費率をそれぞれ図 3-40、図 3-41 及び図 3-42 に示す。また、今回の市街地ルート（平和通りルート、環状ルート）の平均速度である 17km/h における PM 排出率、NOx 排出率、燃料消費率及び増減率を表 3-13 にまとめた。

PM 排出率は、DPF なしが 0.066g/km/t、DPF ありが 0.004g/km/t となり、DPF ありが DPF なしより 0.062g/km/t 少なく、93.7%の削減となった。

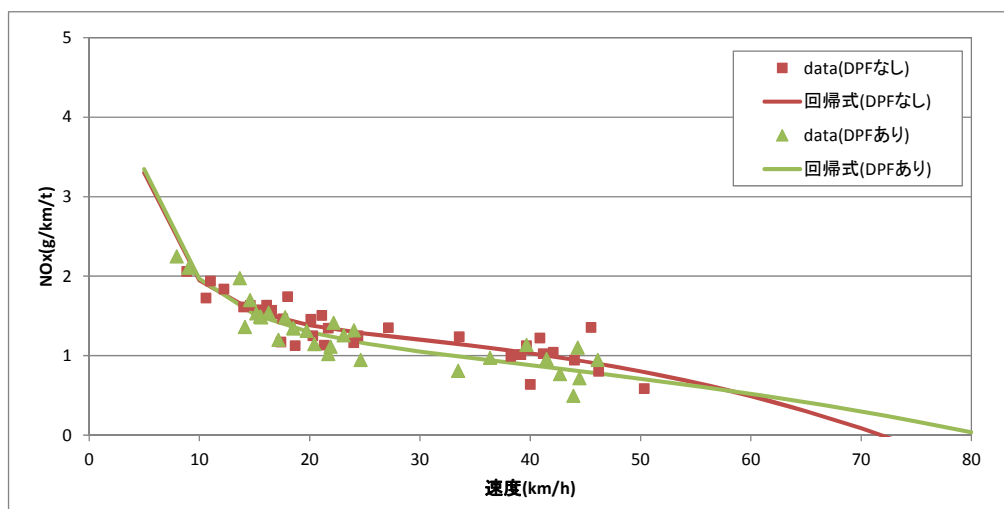
NOx 排出率は、DPF なしが 1.472g/km/t、DPF ありが 1.414g/km/t となり、DPF ありが DPF なしより 0.058g/km/t 少なく、3.9%の削減となった。

燃料消費率は、DPF なしが 0.377L/km、DPF ありが 0.393L/km となり、DPF ありが DPF なしより 0.016L/km 多く、4.3%の増加となった。



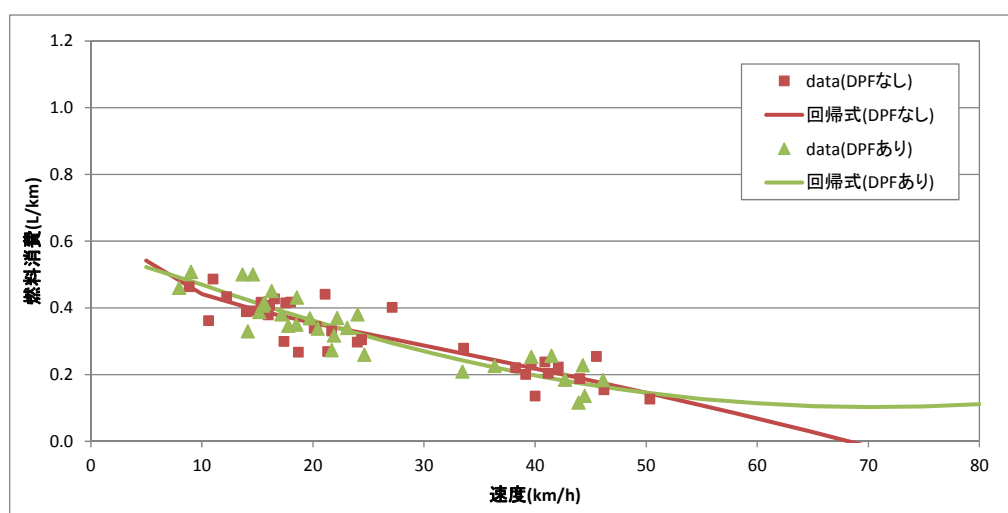
出典 JICA 調査団作成

図 3-40 Daewoo 製バス PM 排出率



出典 JICA 調査団作成

図 3-4-1 Daewoo 製バス NOx 排出率



出典 JICA 調査団作成

図 3-4-2 Daewoo 製バス燃料消費率

表 3-1-3 Daewoo 製バス速度 17km/h における排出率等

	Nox (g/km/t)	PM (g/km/t)	燃料消費 (L/km)
DPFなし	1.472	0.066	0.377
DPFあり	1.414	0.004	0.393
差	-0.058	-0.062	0.016
増減率(%)	-3.9	-93.7	4.3

出典 JICA 調査団作成

(7) フィルタ再生時の臭い対策調査

排出ガスを再加熱することで、白煙と臭いを除去することができた。ごく僅かに臭いが出たが、閉ざされた屋内の環境であっても、問題になるレベルの臭いではないことが確認できた。

複数のフィルタ再生装置の同時使用でも、問題にならないレベルの臭いだと考えられるが、実際の評価は普及・実証事業で確認する予定である。

(8) エアフィルタの状態についての調査結果

ア 黒煙排出量

結果を表3-14に記す。新品と使用済レベルのエアフィルタとの比較では、黒煙濃度(%)で10%の差があることが分かる。UB市の車検規制値は、スモークメータの換算値で40%である。エアフィルタのメンテナンス状態が排出される黒煙量に大きく影響することが分かった。夏季は風が強い為砂塵が多く、植物の花粉・種子も多く飛ぶため、特に夏季はエアフィルタのメンテナンスが重要であることが分かった。

DPF（モコビーCT3）を使用するとスモークメータの測定値は0%であり、現在、日本で販売されている最新のディーゼル車と同じ黒煙レベルに低減可能なことが確認できた。

表3-14 黒煙排出量測定値

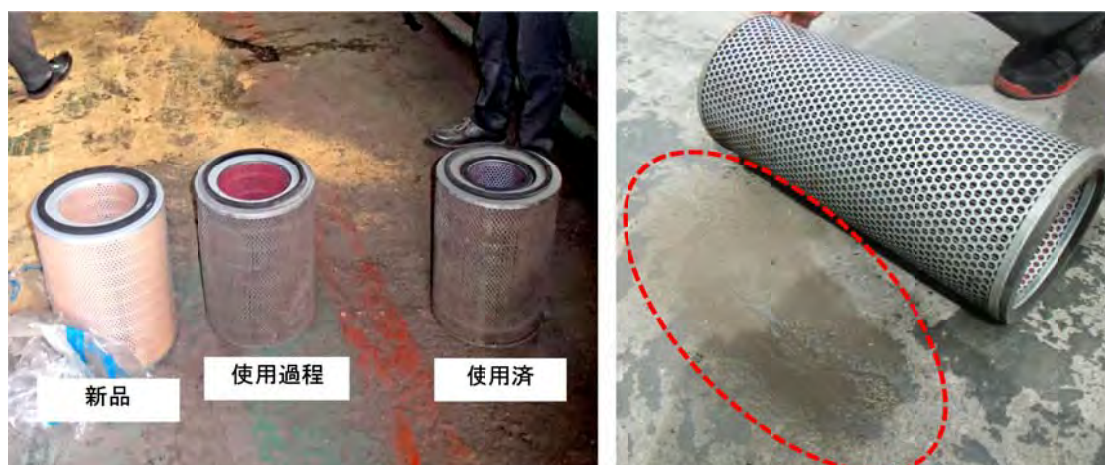
エアフィルタ状態	新品	使用過程	使用済	DPF使用
オパシメータ 測定値 (g/km/t)	1.0	1.2	1.4	0
スモークメータ 換算値 (%)	35	40	45	0

注：40%が車検合格リミット値である。

出典 JICA 調査団作成

イ エアフィルタに溜まった粉塵量調査

バスからエアフィルタを取外し、振動を加え粉塵を振り落とした状態を図3-43に示す。点線内に落下した粉塵が見える。調査対象のエアフィルタは粉塵の付着量が多いため、振動を加えるだけで多量の粉塵が落下した。一般的にエアフィルタを清掃するためにはエアブローを行うが、エアブローを行うまでもなく、振動を加えるだけでこれだけの粉塵が落下するのは想定を超えていた。



出典 JICA 調査団作成

図3－43 エアフィルタから落下した粉塵

ウ 燃料消費率

測定を行ったルート（平和通りルート、環状ルート）の平均速度である 17km/h における結果、及び増減率を表 3－1 5 にまとめた。エアフィルタを使用過程品から新品にすることで、燃料消費は 6.7% 低減したことが分かる。エアフィルタのメンテナンスを実施することで、前述の黒煙に加え、燃料消費量も低減されることが確認できた。エアフィルタが汚れた状態では、黒煙及び燃料消費量が増加することが明らかとなり、エアフィルタの管理の重要性が明らかとなった。

表 3－1 5 燃料消費率測定値

	新品 エアフィルタ	使用過程 エアフィルタ	低減率
燃料消費率 (L/km)	0.377	0.404	6.7 %

出典 JICA 調査団作成

3－2－2 DPF(モコビー)の適合性

- (1) 市街地、UB 市郊外の走行調査で、フィルタの再生まで 300 km 以上走行できることが分かった。UB 市では、公共交通用大型バスの 1 日の走行距離は最大 300 km であり、1 日の運行の途中でフィルタを交換することなく走行できることを実証できた。
- (2) UB 市の冬季の外気温度による白煙の発生、フィルタの凍結、再生装置の性能については日本と変わらず、問題なく使用できることが分かった。
- (3) 高イオウ軽油の使用が DPF(モコビー)の機能、フィルタの再生に与える影響は確認できず、問題なく使用できることが分かった。
- (4) フィルタに溜まるアッシュ(灰分)が多いことが判明した。使用しているエンジンオイルの性状、エンジンメンテナンス状態が悪いことが原因だと思われる。アッシュの堆積は排気圧力増加の原因となり、燃費悪化、フィルタ再生間隔の短縮につながる。

- (5) 標準サイズのフィルタ 3 個分の容量を持つフィルタ CTG99 の走行調査では、走行距離が 300km に達する前に再生が必要になる排気圧力を超えた。エンジンメンテナンスの実施により、再生までの走行距離は 250km まで伸びたが、300km には届かなかった。
- (6) 標準のフィルタ仕様 SD021 と低圧損仕様の SD031 の比較調査を行った結果、予想に反し、フィルタ再生間隔は SD021 の方が長くなった。その原因は、試験車両のエンジンのオイル消費が非常に多く、排出されるススが通常のススよりもベタついているため、ススがフィルタ内部まで入らず、フィルタ全体を有効に利用できなかったためと推測される。
- (7) エンジンメンテナンスが十分でないために、エンジンから排出される黒煙量が増えていることが明らかとなった。エアフィルタ、エンジンオイルの交換などのメンテナンスを適切に行うことで、黒煙低減に効果があることが分かった。
- (8) PM 排出率は、DPF(モコビー)の装着により 90%以上の低減効果がみられた。これは、DPF(モコビー)が試験車両(エンジン)から排出された黒煙を効果的に捕集した結果と思われる。また、別途実施したガーゼテスト(排気管に白いガーゼをかざし、ガーゼの色の変化から黒煙の状況を視覚的に確認する方法)でも同様な結果が得られた。
- (9) NOx 排出率は、DPF(モコビー)装着後は 2~4%の低減となっている。走行条件や測定精度を考慮すると、DPF(モコビー)の有無による NOx 排出率には、ほとんど影響がないと考えられる。

燃料消費量は、DPF(モコビー)の装着前に対し、装着後は Zhongtong 製バスが 1.0%低減し、Daewoo 製バスは 4.3%増加となっている。燃料消費量は、DPF 搭載により排気抵抗が増加するため燃費が悪化するので、これらの値は車両、走行条件、運転の仕方等によるばらつきと思われる。燃費悪化を極力低減する対策が必要であり、3-2-1 (8)ウに示したように、エンジンメンテナンス状況(エアフィルタ、エンジンオイルなど)により、燃料消費等が低減できることが分かったが、今後も他の車両の走行調査を実施するなどして影響を確認する必要がある。

3-2-3 DPF(モコビー)の課題

(1) エンジンメンテナンスの重要性

エアフィルタのメンテナンス状態が黒煙の排出量に与える影響について、3-2-1 (8)で記した。エンジンメンテナンス状態について疑問を感じたのは、夏期走行調査の条件① CTG99-SD021 のテストで 130km 走行した時点で排気圧力が 40kPa を超えたことである。冬期テストと条件は異なるが、300km 以上走行できた結果から大きな隔たりがあった。早期にフィルタが詰まった原因を検討する中で、バスのドライバーに確認したところ、エアフィルタが汚れている可能性があること、エンジンオイルは 2015 年 8 月に交換して以来、オイルの減少分を継ぎ足すだけで交換していないことが分かった。

冬期走行調査を行った状態から、エンジンのメンテナンスが十分行われていない可能性がある判断し、条件①CTG99-SD021 のテストを行った後に、エアフィルタの清掃、エンジンオイルの交換を行い、条件②CTG99-SD031 のテストを行った。図 3-3 2 に示したように、条件②CTG99-SD031 のテスト結果を排気圧力が 40kPa に到達するまで 250km 走行でき、条件①の結果に対して大幅に改善された。夏期調査の条件①と②について測定

したアッシュ量の比較を表3-16に示す。エアフィルタとエンジンオイルの交換を行なった前後で、ススに含まれるアッシュの割合は5倍の差があることがわかる。

表3-16 エンジンメンテナンス前後のアッシュの量

説明	単位	メンテナンス前	メンテナンス後
スス&アッシュ総量	g	276.4	176.8
アッシュの量	g	15.4	1.9
アッシュの割合	%	5.57	1.07

出典 JICA 調査団作成

フィルタを繰り返し再生することで、フィルタ内にはアッシュが溜まってくる。アッシュが溜まった分だけ、フィルタ内にススを溜められる量は低下するので、固定式DPFでは1年に1度程度、アッシュの除去を行う必要がある。この点カセット式DPF(モコビー)は再生の都度、車両から取外すので、アッシュを除去しやすいという特徴がある。フィルタ再生1回あたりのアッシュ堆積量が多ければ、それだけ早くフィルタが詰まりやすくなるので、アッシュ堆積量を減らすことは重要である。

エアフィルタのメンテナンスが重要であることは、前述3-2-1(8)述べたとおりで、エンジンオイルのメンテナンス状態が重要な理由は以下の通りである。

エンジンオイルが劣化すると粘度が低下することで、エンジンの燃焼室内へ入るオイル量が増加し、排気ガスに含まれるオイル成分が増加し、エンジンから排出される黒煙にオイルが多く含まれるようになる。この傾向はエンジン内部(リング、ライナー等)が摩耗するにつれ顕著になる。フィルタ再生時の加熱で、フィルタに溜まったススの主成分であるカーボンが燃焼するが、オイルに含まれる添加剤など燃えない成分やエンジンの摩耗粉、排気管のサビなどに起因する成分がアッシュとしてフィルタに留まり、フィルタの圧損の増加が促進される。

以上のように、DPF(モコビー)を使用する上で、フィルタ再生などのメンテナンス、管理を実施すると同時に、エンジンメンテナンスを確実に実施することが非常に重要であることが分かった。エンジンメンテナンスについては、DPFを搭載していない車両についても、黒煙排出量の低減、燃料消費量の低減の効果が期待できることから、DPFの搭載の有無に関わらず、環境を改善する観点から、エンジンメンテナンスを定期的実施する仕組み作りをすることが望ましいと考える。

3-3 対象国における製品・技術のニーズの確認

3-3-1 製品・技術の検証

本調査において、3-2-1及び3-2-2に述べたようにUB市内においてDaewoo製バスによる走行調査を行い、またDaewoo製及びZhongtong製バスの実車走行による排出ガス調査を行った。その結果、DPF(モコビー)を搭載したバスがフィルタの再生なしで、UB市内を300Km/日以上問題なく走行できること、PM排出率は90%以上と大幅なPM削減が可能であり、UB市のPM削減に効果的であることが確認できた。

3-3-2 ニーズの確認

UB 市内の公共交通用大型バスの排出ガスは、2003 年に開始された日本の「ディーゼル車規制」の PM 対策が始まる前のレベルである。市民の移動手段の約 7 割が公共交通用大型バスであり、それらの排出ガスによる市民の健康への影響が大きく、市民アンケート調査結果では、最大の大気汚染源と理解されている。夏場は石炭ストーブからの大気汚染はなく、交通機関からの大気汚染の寄与が 50%以上でその内 60%が公共交通用大型バスの排出ガスと推定されており、それらから出る排出ガスに市民が敏感になっていることが分かる。特に夏場は市民が外出する機会が多く、大勢の市民が待つ停留所等でバスから出る黒煙を直接浴び、市民への健康リスクが高まっている。PM の削減を図るためには、公共交通用大型バスに DPF (モコビー) を取付け対策する必要に迫られている。



出典 JICA 調査団作成

図3-44 大勢の市民が利用するバス停留所

2015 年 4 月に行われた Daewoo バスでの排出ガス測定の結果、PM 削減率が非常に高く、他の削減策と比較して高い効果が期待できたことから、UB 市環境担当副市長（当時）が、本事業で提案した「DPF 導入検討作業部会」を設置した。「DPF 導入検討作業部会」では、第 1 段階として数十台規模で実証事業を実施し、第 2 段階で 100 台以上の規模での導入を目指す計画が示された。2016 年 5 月に実施した第 4 回現地調査の時には、大気室庁長官（当時）から DPF (モコビー) 30 台分を予算申請したいとのことで、導入初期費用を計算し、試算値を提出し、8 月に実施した第 5 回現地調査の時には、国に DPF (モコビー) の予算を申請中とのことであった。また UB 市交通局からは、「今後 DPF を取付ける計画があり、モコビーの具体的導入にぜひ協力して欲しい」という強い要望があった。9 月には、道路交通省より 50 台～100 台規模でモコビーの予算申請を考えており、価格を教えて欲しいとの連絡があった。

9 月末に行った第 6 回現地調査では、UB 市戦略政策局局長から「DPF の導入コストが大切であり、イニシャルコスト、ランニングコスト等の金銭的スキームをはっきりさせる方が導入しやすくなる」という意見があった。また、UB 市交通局局長からは、「ぜひ DPF を採用したい気持であるが、値段が問題である。今から考えておかないといけないので、DPF

の値段、維持費、日本からの指導者の費用等を教えて欲しい。関税をなくすことができるのか、指導者のビザの件、いろいろ解決すべき問題があるが、今後よく話し合って進めていきたい」というコメントがあった。今回の現地調査では、C/P 側から DPF 導入の際の具体的コストに対する質問が多く、これらについては、普及・実証事業で明らかにしていきたい。

2016 年 6 月の選挙にて与野党が交代した。UB 市市長の 2016 年～2020 年までの施政方針案は、2016 年 9 月 15 日の時点ではまだ検討中であるが、その中には、「自動車からの大気汚染を低減する」という項目があり、その 4 つの手段の内の 1 つとして「軽油エンジン車から排出される PM 削減装置を公共交通用大型バス 200 台以上に設置する」という手段が示されている。まだ案の段階ではあるが、今後 4 年間の UB 市市長の目標の一つとして計画に明示されると思われる。なお、緊縮財政のため、モンゴル国政府或いは市の予算確保は困難が予想される。一定の成果が示せるまでは、政権交代前と同様に、ドナーの支援を打診する可能性も考えられる。

3-4 対象国の開発課題に対する製品・技術の有効性及び活用可能性

本調査においては、3-3-1 で述べたように、UB 市の公共交通用大型バスの PM 削減対策として製品・技術の有効性を示すことができた。これらの効果を外部に示すため、5 月に UB 市で開催された「大気汚染削減対策案に関する協議会」、及び 8 月に開催された「北東アジア都市会合」で DPF(モコビー)に関するプレゼンテーション及びデモンストレーションで発表を行った。DPF(モコビー)のデモンストレーションでは、実物を前に説明および実演を行い、目で効果を確認してもらうことで理解を深めることができた。これらにより、C/P、政府・市の関係機関、バス運行会社、大学、市民組織等から高い評価を得ることができた。

特に「大気汚染削減対策案に関する協議会」で技プロフェーズ 2 が発表した「自動車大気汚染低減対策の提案」の中では、DPF(モコビー)が非常に効果が高いものとして、カウンタートワーキンググループが意思決定機関にあげる 15 件のうち 1 件として取り上げた。これにより DPF(モコビー)の製品・技術の有効性及び活用可能性が公の場で公認されることとなった。

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 スキーム名称及び概要

(1) 提案する ODA スキームと名称

- ・提案する ODA スキーム：普及・実証事業
- ・名称：「ウランバートル市のディーゼル路線バスの DPF による黒煙低減計画に関する普及・実証事業」
- ・想定する C/P：UB 市戦略政策計画局
UB 市交通局
UB 大気汚染削減庁（旧大気質庁）

2014 年度補正/2015 年度予算中小企業海外展開支援事業～案件化調査～により「モンゴル国ウランバートル市のディーゼル路線バスの DPF による黒煙低減計画に関する案件化調査」を実施した。結果は、DPF(モコビー)の搭載により公共交通用大型バスの排出ガスの黒煙は大幅に低減されることが明らかとなったが、バスの種類や製造後の経過年数などによる黒煙量の違いなどは明確ではない。また、ディーゼルエンジン本体や、エンジンオイル、エアフィルタ等の保守・管理が十分に行われていないため、黒煙排出量が多くなることが分かった。これらの状況を詳しく精査し、モンゴル国での現地適合性を検証するための実証活動を行う。

(2) ODA 案件の形成の背景

1999 年、首相および自然環境大臣の署名により「空気保全プログラム」が発効した。自動車大気汚染対策としては主に自動車検査が示されており、2010 年迄には、車検にて排出ガスが測定されるようになった。2010 年の自動車検査データベースでは、約 15%の車両が検査に不合格となり、調整の上再検査を受ける等、排出ガス対策としては一定の効果があると考えられる。

2007 年から 2009 年にかけて、自動車排出ガスによる大気汚染対策の機運が高まったと考えられる。2007 年の道路法改正では健康影響配慮条文が追加され、2009 年の道路運送法改正では公共交通サービスにおける天然ガス・電気車両の利用が義務づけられた。また、製造後 12 年を超過した車両の公共交通使用の禁止という条項が MNS 5021 に追加されたのは、2008 年と考えられる。電気車両、すなわちトロリーバスは、2009 年に 15 台、2012～2013 年に 21 台が製造され、更新・増強されている。12 年規定に関しては、2009 年に、韓国製の大型バス新車 400 台を調達して公共交通車両が置換された。また、2011 年には、天然ガス規定遵守のため、クリーンエアファウンデーション（CAF）資金にて、大型バス用軽油・LPG 併用エンジン 400 台が 3,380 百万 MNT（当時のレートでは、約 2 億円）で調達された。

一方、環境大気自動測定が始まったのは 2009 年の途中であり、実データに基づく課題整理が始まったのは 1 年分のデータが活用できるようになった 2011 年である。大気汚染

物質は主に加速時に排出されるが、実走行時の排出を測定できるようになったのは、2014年の技プロフェーズ2による測定が最初である。

2015年の測定の結果、PM削減率が非常に高く、他の事業と比較しても高い効果が期待できたことから、UB市環境担当副市長が、本事業で提案したDPFの導入検討作業部会を設置した。DPF導入検討作業部会では、第1段階として数十台規模で実証事業を実施し第2段階で100台以上の規模での導入を目指す計画が示された。

2016年6月の市議会選挙で与野党が逆転し、市長、環境担当副市長、AQDCC長官のいずれもが交代した。更に、AQDCCはその名称が大気質庁から大気汚染削減庁（以下、APRDCC）に変更され、定員が49名に倍増した。現在、新体制の施政方針が検討されている段階であるが、自動車大気汚染対策については、新UB市長の2016年～2020年（※次の選挙までの在任期間）の施政方針案において、自動車由来の大気汚染の低減という項目が明示され、APRDCCは公共交通用大型バス用PM削減装置の設置案を提示している。ただし、法規・各種基準（MNS）にはPM削減装置が明示されていないことから、予算確保は進みにくいと考えられる。また、管理が行き届いた会社での1台での運用と異なり、バス事業者における数十台規模では様々な課題が発生すると考えられる。そのため、数十台規模での実証試験、関連規定の検討、補助金・優遇策等の導入支援策の検討等、UB市による導入に向けた課題解決が必要と考えられる。

市民の移動手段の約7割が市内公共交通用大型バスであり、それらの排出ガスによる市民の健康への影響が大きく、市民アンケート調査では、最大の大気汚染源と理解されている。大型バスの排出ガスは、日本の九都県市の「ディーゼル車規制」のPM対策が始まる前のレベルであるため、大型バスからのPMの排出削減は、大気汚染対策としての削減効果・市民への健康リスクの削減効果が期待できる。また、屋内で使用される車両、建設機械等からの排出ガスについても、対策が早急に必要とされている。

我が国の「対モンゴル国国別援助方針（平成24年5月）」では、重点3分野の1つとして、ウランバートル都市機能強化が挙げられている。具体的には、2030年を目標年次とするマスタープランの実現による都市機能の維持・強化のため、モンゴル国関係機関の都市計画管理に関する能力向上とともに、我が国の知見及び技術を活用したインフラ整備支援があげられている。

UB市マスタープランは、2030年を目標年次として2013年に改訂されたが、本編第1章では、都市を取り巻く課題の一番に大気汚染を取り上げており、大気汚染の20%が131,444台の自動車による影響と判断している。我が国の技術を活用した都市交通インフラの大気汚染対策支援は、我が国の援助方針に合致していると言える。

（3）ODA 案件実施の目的

ディーゼルエンジン由来のPMの排出削減を図り、市民のディーゼルエンジン排出微粒子に対する暴露を大幅に低減し市民の健康リスク削減に寄与するため、以下の実証・普及活動を行う。

ア DPF（モコビー）の現地適合性を検証するための実証活動を行うこと。

案件化調査での走行調査では冬期・夏期ともDaewoo製の同じバスのみで行った。また排出ガス調査では、Daewoo製及びZhongtong製バスで比較調査を行った。市内公共

交通運行会社は、これらのバス以外に Hyundai 製（韓国）、Cunty（韓国）、MAZ（ベラルーシ）等のバスや製作年度が異なるバス、エンジン回りの整備状況の異なるバス等を保有しており、詳細に走行調査、排出ガス調査を行い、問題点を明らかにする。なお本事業については、CP の市交通局からも要望されている。

イ DPF(モコビー)が正しく継続使用されるように普及活動を行うこと。

DPF(モコビー)は正しく使用しないと十分な性能が発揮できず、PM の排出削減効果が低減する。また、DPF と並行してエンジンの整備（エアフィルタの定期的清掃、エンジンオイルの定期的交換等）を行わないと、PM 排出量が増加する。

市内公共交通運行会社が、DPF(モコビー)を正しく継続使用すると同時にエンジンの状態を正常に保つために、これらに関する維持・管理の標準作業手順書を作成し、正しい整備の実施についての普及活動を行う。

ウ UB 市内の PM の排出削減対策として、公共交通用大型バスに続き、トラックや屋内作業用ディーゼルエンジン用の DPF 搭載の市場可能性の検討を行う。

エ ビジネス展開時に備え、法的規制、取締り方法、MNS、優遇策、支援策等について検討する。

4-1-2 当該製品・技術を必要とする開発課題及び期待される成果

(1) 当該製品・技術を必要とする開発課題

4-1-1 (2) に述べた通り、UB 市内を走行する公共交通用大型バスの PM の排出削減を図ることが喫緊の課題である。本案件化調査では、冬期及び夏期に UB 市内において Daewoo 製バスによる走行調査を行い、また Daewoo 製及び Zhongtong 製バスの実車走行による排出ガス調査を行った。その結果、DPF(モコビー)の機能が、上記の課題を解決する上で十分な性能を有していることを確認することができた。5 月に UB 市で開催された「大気汚染削減対策案に関する協議会」（図 4-1、図 4-2）、及び 8 月に開催された「北東アジア都市会合」（図 4-3）で DPF(モコビー)に関するプレゼンテーション及びデモンストレーションを行った。

「大気汚染削減対策案に関する協議会」で技プロフェーズ 2 が発表した「自動車大気汚染低減対策の提案」の中で、DPF(モコビー)が PM 削減対策の自動車対策中で最も効果的であることが示され、協議会での結論として提出された。これらの提案を通じて、C/P、政府・市の関係機関、バス運行会社、大学、市民組織等から高い評価を得ることができた。

参考に、協議会の中での提案された 6 項目の自動車対策について以下に記す。

・DPF 導入

示された自動車対策：都市部を日々長時間走行する車両の中で、1 台あたりの PM 排出量が格段に大きい大型バスに、DPF を設置する。

期待される効果：コモテック製 DPF の場合、2001 年の東京都の認定では黒煙除去率 100%、PM の排出係数削減率では 94.8%、2015 年の UB

市での測定では、80%以上。低イオウ燃料の導入が進まなくても、PMの大幅な低減が期待できることから、積極的な導入を提案した。

- Euro IV（低排出ガス）バス導入

示された自動車対策：公共交通用車両を、Euro IV等の低排出ガス車両に置換する。

期待される効果：2015年のUBでの測定では、PMが約80%削減、NOxも約5割削減。PMおよびNOx排出量の大幅な低減が期待できることから、積極的な導入を提案した。

- 低イオウ燃料導入

示された自動車対策：低イオウ（50ppm、10ppm）燃料を導入し、高イオウ燃料を市場から排除する。

期待される効果：イオウ濃度レベルに応じて、日欧の様々なレベルの大気汚染対策が採用できるようになる。例えば、日本から数多く輸入されており、大気汚染物質の排出も少ない2005年以降の自動車の大気汚染対策技術の劣化が大幅に遅くなる。PMおよびNOx排出量の大幅な低減が期待できることから、積極的な導入を提案した。

- 低排出ガス車導入（公共交通以外）

示された自動車対策：高排出ガス車から低排出ガス車への更新を後押しする。

期待される効果：例えば、ガソリン乗用車を1998年規制から2005年規制車に代替した場合、NOx排出量は1/20に削減できる。排出量低減効果が期待できることから、積極的な導入を提案した。

- エコドライブ実施

示された自動車対策：燃費向上・大気汚染物質排出削減に適したエコドライブの浸透を図る。

期待される効果：主に燃費向上のための運転方法であるが、日本のディーゼル車の例では、NOx34%減、PM45%減とされている。排出量低減効果が期待できることから、積極的な導入を提案した。

- Nano 燃料導入

示された自動車対策：ナノテクノロジーによる燃費向上・汚染物質排出削減が大きいとされ、モンゴル国政府が推奨している改良燃料の利用を促進する。

期待される効果：技プロの測定では、明確な差は見られなかった。上記5つの対策と比較して同等以上の効果の確認がまず必要と提案した。



出典 JICA 調査団作成

図4-1 「大気汚染削減対策案に関する協議会」でのプレゼンテーション及びガーゼテスト状況



出典 JICA 調査団作成

図4-2 ガーゼテスト結果比較（左はモコビー未使用、右はモコビー使用）



出典 JICA 調査団作成

図4-3 「北東アジア都市会合」でのプレゼンテーション及びデモンストレーション

提案技術をUB市内を走行する公共交通用大型バスのPMの排出削減対策として活用するとともに、提案企業のビジネス展開のために、普及・実証事業段階でクリアすべき開発課題は以下の通りである。

- ア 市内公共交通運行会社が、DPF(モコビー)を正しく継続使用するために、維持・管理の標準作業手順書を作成し、正しい整備の実施についての普及活動を行う。
- イ エンジンの整備(エアフィルタの定期的清掃、エンジンオイルの定期的交換等)に関する整備項目を検討し、正しい整備の実施についての普及活動を行う。
- ウ UB市内のPMの排出削減対策として、公共交通用大型バスに続き、トラックや屋内作業用ディーゼルエンジン用のDPF搭載の市場可能性の検討を行う。
- エ ビジネス展開時に備え、法的規制、取締り方法、MNS、優遇策、支援策等について検討する。

(2) 期待される成果

普及・実証事業の実施によって、次のような成果が期待される。

- ア 成果1：市内公共交通運行会社がDPF(モコビー)の機能を理解し、正しく継続使用できるようになる。
- イ 成果2：DPFと並行して実施可能なPM排出削減策が実施される。
- ウ 成果3：公共交通用大型バスに続き、トラックや屋内作業用ディーゼルエンジン用のDPF搭載の可能性が検討される。
- エ 成果4：黒煙&PMの低排出車が優遇される制度が検討される。

4-1-3 対象地域及び製品・技術の設置候補サイト

(1) 対象地域

モンゴル国ウランバートル市

(2) 設置候補サイト

UB市内の公共交通用大型バス、その他ディーゼルエンジンを使用している場所、事業所等。

4-2 具体的な協力計画及び期待される開発効果

4-2-1 目的・成果・活動

ODA案件の目的・成果・活動を次表4-1に示す。

表4-1 ODA案件の目的・成果・活動

目的 ディーゼルエンジン由来のPMの排出削減を図り、市民のディーゼルエンジン排出微粒子に対する暴露を大幅に削減し、市民の健康リスク削減に寄与すること。	
成果	具体的活動
成果1：市内公共交通運行会社が、DPF(モコビー)を正しく継続使用できるようになる。	1-1 公共交通運行会社の中から実証試験協力会社を確保する。 1-2 試験対象車を選定する。 1-3 標準作業手順書案を作成する。 1-4 協力会社のメカニックを対象に標準作業手順の習得のため、ワークショップを行う

	1-5 実証試験を通じて、顕在化する課題の解決策を検討する。 1-6 標準作業手順書を更新する。
成果 2 : DPF と並行して実施可能な PM 排出削減策が実施される。	2-1 エアフィルタの定期的清掃、エンジンオイルの定期的交換、エンジンクリーニング等整備項目を検討し実施する。 2-2 対策実施車の排出ガスを測定する。 2-3 排出ガス測定により、効果(PM 削減量、燃費)を把握する。 2-4 実証試験を通じて、顕在化する課題の解決策を検討する
成果 3 : 公共交通用大型バスに続き、トラックや屋内作業用ディーゼルエンジン用のDPF 搭載の可能性が検討される。	3-1 市中心部で利用されるトラックや屋内で使用されるディーゼルエンジンの状況を調査する。 3-2 市場規模、顧客にとっての必要性等を通じ、市場可能性を検討する。
成果 4 : 黒煙&PM の低排出車が優遇される制度が検討される。	4-1 本邦研修・現地ワークショップ等を通じ、九都県市の「ディーゼル車規制」の理解促進を図るとともに、ウランバートル市に適した法的規制、取締り方法、MNS、優遇策・支援策等について C/P 機関等と検討する。 4-2 報告会、セミナー等を通じ、法的規制、取締り方法、MNS、優遇策・支援策等を検討するよう働きかける。 4-3 DPF 装置のリースについて検討する。
成果 5 : 装置の一部の現地生産が可能となり、コスト低減が図れる。	技術指導により、板金、溶接部品を現地の工場生産トリアルを行い製品の安定化を図る。
成果 6 : ビジネス展開がスムーズにできる。	ビジネス展開に向けた提携企業（現地生産工場、DPF 搭載工場等）販売代理店、ビジネスパートナー（リース会社等）を選定する。

出典：JICA 調査団作成

4-2-2 投入

(1) 日本側の投入

ア 日本側の業務内容

日本側の業務内容は、図 4-4 に示すように、C/P と連携しながら表 4-1 の普及・実証プロジェクト管理と実行を通じて、プロジェクトの目的であるディーゼルエンジン由来の PM 削減を図り、市民のディーゼルエンジン排出微粒子に対する暴露を大幅に削減し、市民の健康リスク削減に寄与する。主な業務は、以下の通りである。

- (ア) 市内公共交通運行会社に対する標準作業手順書を作成し、実証試験を指導する。
- (イ) DPF と並行して実施可能な PM 排出削減策を検討し、試験指導する。
- (ウ) 公共交通用大型バスに続く市場を検討する。
- (エ) 本邦研修を実施し、法的規制、優遇策、支援策制度等の検討を支援する。
- (オ) 排出ガス測定を行う。

イ 投入する人員

総勢8名を予定しており、業務の分担は以下の通りである。

総括（1名）	：全体総括
チーフアドバイザー（1名）	：総括補佐、プロジェクトのアドバイス
技術スタッフ（2名）	：追加排出削減策の検討
測定スタッフ（2名）	：排出ガス測定管理
技術指導（1名）	：DPFの運用指導
調査・管理（1名）	：市場調査、組織制度の検討

ウ 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4-2に示す。

表4-2 導入する機材の仕様、数量及び価格

No	持ち込み機材名	仕様・用途	数量
1	DPF（モコビー）CT3	DPF本体	40セット
2	フィルタ再生装置RE	フィルタ再生用	15台
3	オパシメータ	黒煙濃度測定用	4台
4	エンジンクリーニング装置	エンジン内部洗浄用	1台
5	一酸化炭素(CO)検出計・警報装置	有毒ガス検知用	4台
6	その他の部品類(予備フィルタ、エアフィルタ、他)		1式

出典：JICA 調査団作成

(2) C/P 側の投入

C/P 側の業務内容を以下に示す。

ア C/P 側の業務内容

- (ア) 市内公共交通運行会社の管理、指導
- (イ) 市内公共交通運行会社の中から協力企業を選定
- (ウ) 市内公共交通運行会社との協力関係の維持
- (エ) DPF 搭載企業への優遇制度の検討
- (オ) 各種情報の提供
- (カ) 本邦受け入れ活動の人選・受講後のフィードバック

イ C/P 費用・人員・維持管理体制

(ア) 費用

基本的には費用は発生しないが、発生時にはその都度対応する。

(イ) 人員・維持管理体制

維持管理体制は6月の政権交代により、案件化調査時と組織が大幅に変更となったが、大気汚染削減庁以外は基本的には変更はないと思われる。

- a 市交通局（全体総括：1名（課長クラス） 総括サポート：2名）
- b 市政策戦略計画局（全体総括：1名（政策戦略局長））
- c 大気汚染削減庁（旧大気室庁）（全体総括：1名（長官クラス） 総括サポート：1名）

ウ. C/P との協議状況

上記アのC/P側の業務内容については、案件化調査の中で良好な協力体制が構築でき、C/Pなしでは実現できない具体的な成果が出てきている。C/Pとの協議状況については以下の通りである。

（ア）市内公共交通運行会社の管理、指導

（イ）市内公共交通運行会社の中から協力企業を選定

（ウ）市内公共交通運行会社との協力関係の維持等については市交通局に依頼し合意を得ており、具体的な協力を頂いており、以下にその例を示す。

- a UB市内の公共交通運行会社についてエンジンの整備状況について調査を行う際、会社のリスト提供を及び訪問候補先についてのアドバイスを頂いた。
- b 8月に開催された「北東アジア都市会合」のデモンストレーションでは、UB市内の上記公共交通運行会社20社に声をかけて頂き、このうち17社から責任者が参加した。

（エ）DPF搭載企業への優遇制度の検討については、市交通局から検討の必要性について話があった。具体的な内容については事業化の中で検討する。

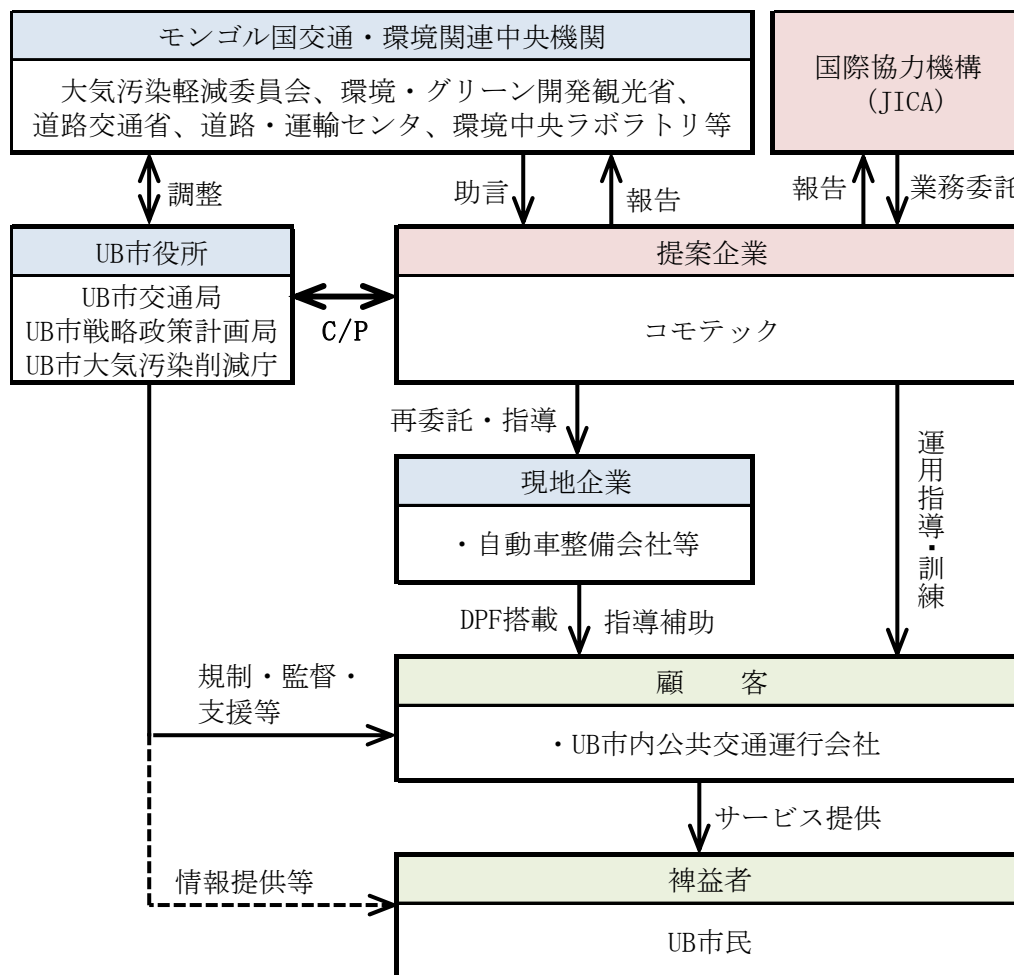
（オ）各種情報の提供の状況については、以下の通りである。

- a 大気室庁からは、5月に開催された「大気汚染削減対策案に関する協議会」での講演及びデモンストレーションの実施、及び市戦略政策計画局からは、「北東アジア都市会合」での講演及びデモンストレーションの誘いがあり、実施することができた。
- b 交通局、大気室庁からは、コモテックの必要な情報についてその都度情報提供いただける関係が構築できている。以下にその例を示す。
 - (a) UB市の車検制度・施設の概要についての情報と車検場の見学
 - (b) 実際の車検場でのDPF付、なし及びエンジン整備不良バスの排気ガス測定の実施
 - (c) UB市を走行するバスの運行状況についての情報
 - (d) 車検及び路上パトロールでの不合格の実態についての情報

（カ）本邦受け入れ活動の人選・受講後のフィードバックについては、C/P側からも強い要望があり、事業化の中で進めていく。

4-2-3 実施体制

C/P に案件化調査と同じ UB 市役所の戦略政策計画局、交通局、大気室庁を考慮しており、実施体制図を図 4-4 に示す。



出典：JICA 調査団作成

図 4-4 実施体制図

4-2-4 活動計画・作業工程

活動計画及び作業工程を図4-5に示す。

活動計画		2018年												2019年												2020年	
目標	具体的活動	3月	4	5	6	7	8	9	10	11	12月	1月	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12月	1月	2		
1：市内公共交通運行会社が、DPF（エコビーター）を正しく継続使用できるようにする。	1-1 実証試験協力会社を確保する。		↑																								
	1-2 試験対象車を選定する。		↑																								
	1-3 DPEを搭載する。								↑																		
	1-4 標準作業手順書案を作成と更新。		作成												更新												
	1-5 標準作業手順書案に基づいて、協力会社メカニックを対象にワークショップを行う。							↑																			
	1-6 実証試験を通じて、顕在化する課題の解決策を検討する。																										
2：DPFと並行して実施可能なPM排出削減策を検討する。	2-1 エアフィルタの定期的清掃、エンジンオイルの定期的交換、エンジンクリーニンング等整備の項目を検討する。							↑																			
	2-2 対策実施車の排出ガスを測定する。																										
	2-3 排出ガス測定により、効果（PM削減量、燃費）を把握する。																										
	3-1 市中心部で利用されるトラックや屋内で使用されるディーゼルエンジンの状況を調査する。																										
	3-2 市場規模、顧客にとっての必要性等を通じ、市場可能性を検討する。																										
	4-1 本邦研修・現地ワークショップ等を通じ、九都県市の「ディーゼル車規制」の理解促進を図るとともに、ウランパートルに適した法的規制、取締り方法、MNS、優遇策・支援策等についてC/P機関等と検討する。																										
4：低排出車が優遇される制度を検討する。	4-2 韓国報告会、セミナー等を通じ、法的規制、取締り方法、MNS、優遇策・支援策等を検討するよう働きかける。																										
	4-3 DPE装置のリースについて検討する。																										
業務計画書・進捗報告書・業務完了報告書		△①										△②	△③										△④		△⑤		

凡例：①業務計画書、②進捗報告書(案)、③進捗報告書、④業務完了報告書(案)、⑤業務完了報告書

出典：JICA 調査団作成

図4-5 活動計画及び作業工程図

4-2-5 事業費概算

普及・実証事業における持ち込み機材、排出ガステスト費用、現地再委託費(DPF 搭載費、バス休業補償費等)、現地活動費(車両、通訳費、交通費)、その他(人件費、旅費、経費等)で総額 100,000,000 円を見込んでいる。

表 4-3 「普及・実証事業」実施に必要とする機材

No	持ち込み機材名	数量
1	DPF (モコビー) CT3	40セット
2	フィルタ再生装置RE	15台
3	黒煙濃度測定装置 (オパシメータ)	4台
4	同上用補修部品、消耗部品、予備部品等	1式
5	エンジンクリーニング装置	1台
6	一酸化炭素(CO)検出計及び警報装置	4台
7	機材輸送費 (日本→UB市) 及び関税	1式
8	本邦受け入れ活動費	1式
9	排出ガステスト費用	1式
10	現地再委託費(DPF搭載費、バス休業補償費等)	1式
11	現地活動費(車両、通訳費、交通費)	1式
12	その他(人件費、旅費、経費等)	1式

出典：JICA 調査団作成

4-2-6 本提案事業後のビジネス展開

本提案事業の実施により、ビジネス展開に際して以下の効果が期待できる。

(1) DPF 及びエンジンの整備技術力の向上が図れる。

UB 市の公共交通用大型バスに DPF (モコビー) を取付け、運用する要員の養成が可能になり、DPF 搭載車の運行及びフィルタ再生作業の標準工程が確立できる。また、エアフィルタやエンジンオイル交換などの PM の排出を削減するためのエンジンの整備基盤が確立できる。

(2) 潜在顧客の獲得、市場の拡大ができる。

市中心部で使用されるトラック屋内で使用されるディーゼルエンジンの使用状況、市場規模の調査により、潜在顧客の獲得、市場の拡大が図れる。

(3) DPF (モコビー) の知名度が向上し、販売促進が図れる。

JICA の事業として事業化することにより、性能・信頼性が正しく評価され、モンゴル国における DPF (モコビー) の知名度が向上し、販売促進につながる。

(4) 現地生産に対する技術力の向上が図れる。

技術指導により生産トライアルを通じて製品の安定化を図るので、ビジネス展開時スムーズに大量生産に移行できる。

(5) 黒煙&PM 削減策が継続して実施されるようになる。

法的規制、取締法、MNS、優遇策・支援策を作り確実に守らせるようにすることでPM削減対策が継続して実施されるようになる。

4-3 他 ODA 案件との連携可能性

本提案の ODA 案件の検討・評価には、JICA が実施している技プロフェーズ 2 により供与された車載型排出ガス測定装置及び同プロジェクトで移転された技術を必要としている。また、同プロジェクトを通じて得られた情報の共有により、普及・実証事業の成果が強化できる。さらに、同プロジェクトでは、大気汚染軽減対策案も提言しているので、自動車の排出ガス対策についても連携しながら事業を進めて行く。

4-4 ODA 案件形成における課題と対応策

案件化調査において、国営道路運輸センターの車検場と UB 市交通局車検場を訪問して検査について調査した。両車検場ともに、ディーゼル大型バスについては排出ガスの黒煙 & PM の数値を特に注意して検査を実施している。普及・実証事業が行われる場合にも DPF (モコビー) ばかりでなく、エアフィルタ、エンジンの状況による排出ガスの検査が可能であり、適切に連携することが重要である。案件化調査を通じて、C/P 機関に DPF (モコビー) の紹介を進めてきたが、2016 年 6 月に行われた選挙により与野党が逆転した。これにより、C/P 機関の中でスタッフの一部が交代したため、情報が後任に引き継がれない可能性がある。5 月に開催された「大気汚染削減対策案に関する協議会」及び 8 月に開催された「北東アジア都市会合」においてプレゼンテーション及び製品のデモンストレーション等を行い、モンゴル語での紹介資料を作成することができた。今後普及・実証事業ではそれらを活用し、再度関係者への紹介を図る。

4-4-1 課題及び対応策

ODA 案件実施における課題と対応策を表 4-4 に示す。

表 4-4 ODA 案件実施における課題と対応策

課題	収集した情報	対応策
調査を通じて明らかとなった提案技術・製品が十分機能を発揮する社会基盤の整備状況	エンジンの整備状況 (エアフィルタの定期的清掃、エンジンオイルの定期的交換等) により、黒煙の排出量が大きく異なる。	標準作業手順書に DPF の取扱説明のほかに、黒煙の排出量を減らすエンジンメンテナンスの項目について整備基準を追加し、指導を徹底する。
用地の確保	バス会社には必要最低限の車	再生スペース確保のため、バス

	庫およびサービス工場が設置されており、再生スペースとしては十分である。	会社と室内換気も含め最適な場所を選択する。
認定制度・基準	本製品に関する認定制度や基準等がないため、性能を満足しない競合製品が参入する可能性がある。	効果がある製品のみが参入できるような制度が必要であり、日本の「ディーゼル車規制」の認定制度を参考にして、MNS等の基準の作成を提案する。
C/P 側の人員体制	大気汚染対策の各種の機器を使用する技術力が不足している。	技プロフェーズ2により、技術力の強化が図られているので、指導を受けた人達を有効に活用する。

出典：JICA 調査団作成

4-4-2 収益への対応

DPF 搭載により、バス事業者には燃費の悪化及びメンテナンス費用、フィルタ再生の工数等が発生する。したがってこのままでは、バス事業者は積極的に DPF を搭載することは難しい。UB 市交通局との打合わせでは、「バス事業者に負担させるのではなく、大気汚染削減に貢献する DPF を搭載したバス事業者に特典を与えることが必要である。方法としては、バス業者に補助金を出すあるいは税金を軽減する等が考えられる」との見解であった。

第5章 ビジネス展開の具体的計画

5-1 市場分析結果

5-1-1 ターゲットとする市場との関連

非公開

非公開

非公開

5－1－2 需要規模

非公開

5－1－3 競合相手の状況

非公開

5－1－4 法的規制・優遇策・支援策

非公開

非公開

5－1－5 ターゲットとする価格

非公開

非公開

５－２ 想定する事業計画および開発効果

５－２－１ 事業計画

非公開

５－２－２ 事業戦略

非公開

非公開

非公開

非公開

5－2－3 想定する海外ビジネス展開の実施体制

非公開

非公開

5－2－4 各種計画
非公開

非公開

非公開

5－2－5 海外ビジネスの事業化に向けたスケジュール

非公開

非公開

5－2－6 提案企業が事業展開した場合の開発効果について

非公開

5－3 事業展開におけるリスクと対応策

5－3－1 法制上のリスクと対応

非公開

5－2－2 金融リスクと対応

非公開

5－3－3 環境リスクと対応

非公開

5－3－4 労務リスクと対応

非公開

5－3－5 政治リスクと対応

非公開

非公開

5－3－6 社会的リスクと対応

非公開

第6章 その他

6-1 その他参考情報

6-1-1 Euro 規制について

Euro 規制とは、EU および EEA に属する国で新たに販売される自動車に適用される排出ガス規制で、表 6-1 にその概要を示す。大型車（厳密には Heavy Duty Vehicle）に適用される排出規制は、以下のように強化されてきた。

今回試験に使用した韓国製 Daewoo バス (BS106 型) の場合、エンジンは 2011 年の時点で Euro 認証無し 3 種類及び Euro II～III から 3 種類計 6 種類から選択可能であったが、その中では、最も PM 排出量が多いと考えられる Euro 認証無し (未規制) エンジンが搭載されていた。

表 6-1 HD ディーゼル車用 EU 排出規制 (Smoke の単位は m^{-1} 。その他の単位は g/kWh)

規制	対象	適用時期	試験方法	CO	HC	NOx	PM	Smoke
Euro I	<85kW	1992	ECE R-49	4.5	1.1	8.0	0.612	
	>85kW	1992		4.5	1.1	8.0	0.36	
Euro II		1996/10		4.0	1.1	7.0	0.25	
		1998/10		4.0	1.1	7.0	0.15	
Euro III	Voluntary EEV only	1999/10	ESC & ELR	1.5	0.25	2.0	0.02	0.15
		2000/10		2.1	0.66	5.0	0.10 (0.13)	0.8
Euro IV		2005/10		1.5	0.46	3.5	0.02	0.5
Euro V		2008/10		1.5	0.46	2.0	0.02	0.5
Euro VI		2013/1	WHSC	1.5	0.13	0.4	0.01	

Source: TransportPolicy.net (<http://transportpolicy.net/>)

出典: JICA 調査団作成

別添資料

1. 建設通信新聞記事に紹介された DPF (モコビー) の記事
2. モコビーCT3 搭載 Daewoo 製バスの車検の合格証明証
3. モコビー搭載 Daewoo 製バス、Zhongtong 製バス搭載設計図 (CT3、CTG99)
4. 「大気汚染削減対策案に関する協議会」のアジェンダ
5. 「大気汚染削減対策案に関する協議会」で発表した DPF (モコビー) のモンゴル語のプレゼンテーション用原稿
6. 「北東アジア都市会合」のアジェンダ
7. 「北東アジア都市会合」で発表した DPF (モコビー) のプレゼンテーション用原稿
8. 「大気汚染削減対策案に関する協議会」及び「北東アジア都市会合」のデモンストレーションで配布したモンゴル語の DPF (モコビー) のカタログ
9. 「大気汚染削減対策案に関する協議会」及び「北東アジア都市会合」のデモンストレーション用に作成した DPF (モコビー) 説明用のモンゴル語のパネル
10. モンゴルの新聞に紹介された「北東アジア都市会合」でのデモンストレーションに関するモコビーの記事

1. 建設通信新聞記事に紹介されたDPF(モコビー)の記事

建設通信新聞

(3) 2016年(平成28年)6月7日(火曜日)

ディーゼルエンジンの黒煙除去装置「モコビー」を製造するコモテック(本社・埼玉県春日部市・小森正憲社長)は、モンゴルへ進出する。一方、国内では建設機械へのレンタル、特にトンネル工事で使用する建設機械や非常用電源設備への普及を図る。工事現場の周辺住民からの苦情などから工事がストップしてしまうことへのリスク回避や総合評価

コモテック

モンゴルで黒煙除去展開

国内はトンネル用に普及

方式での優位性を図れる。モンゴルでは、国際協力機構(JICA)の中小企業海外展開支援事業「案件化調査」に、同社の提案した「ウランバートル市のディーゼル路線バスのDPF(黒煙除去フィルター)による黒煙低減案件化調査」が採択され、製品・技術の活用する可能性を検討するための調査が9月までの予定で進められている。調査結果によりODA事業(普及・実証事業など)の実施になるが、同国にはODA(政府開発援助)に関係なく、自国でやりたいという考えもあるという。

モンゴルではウランバートル市への人口の集中が進む一方、ほとんどがディーゼルバスに依存しており、大気汚染が深刻化していることから、モコビーをバスの車体に直接

アナログ式圧力計
排気ガス
フィルターケース
モコビー-CT
本体
モコビー-RE(再生装置)
電源プラグ(AC200V)
セラミックフィルター
排出ガス
浄化された排出ガス
フィルターの黒煙浄化の模式

黒煙除去装置「モコビー」の概要

接続して、黒煙やPM(粒子状物質)を除去し、大気汚染の改善を図りたいと考えて、小森社長は「バスにモコビーを

着けることで、モンゴルの大気汚染に貢献できた」と話す。

国内は、バスやタンクトラックなどは排ガス規制をクリアしている一方、建設機械などは厳しい経営環境が続き、機械の更新があまり進んでいない。古い建機や就労環境に影響の大きいトンネル工事で使用する建機などへの採用に取り組んでいく考えだ。

モコビーは、溶接や切断、穴開けする必要がなく、簡単に取り付けられ、すぐに効果を発揮する。黒煙除去率99・9%以上、PM除去率(PM2・5対応)90%以上。フィルターは20秒で取り外せ、再生装置に入れば50分で再生できるので半永久的に使用、メンテナンスも容易だ。バックホウやホイールローダ、クローラークレーン、杭打機、フォークリフトなど車に取り付けるタイプのほか、台車の付いた可搬式のタイプ「モコキヤリ」や、発電機に取り付ける「モコキューブ」などがある。基本はレンタル会社を通じたレンタルだが、非常用発電機などの場合は販売もする。

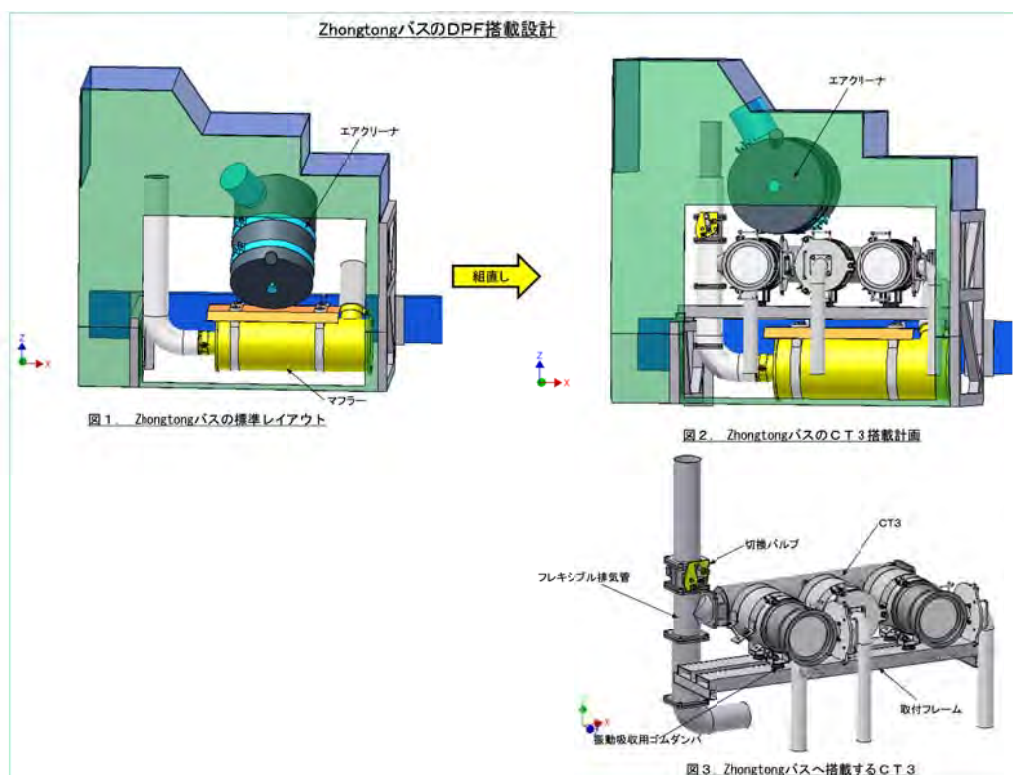
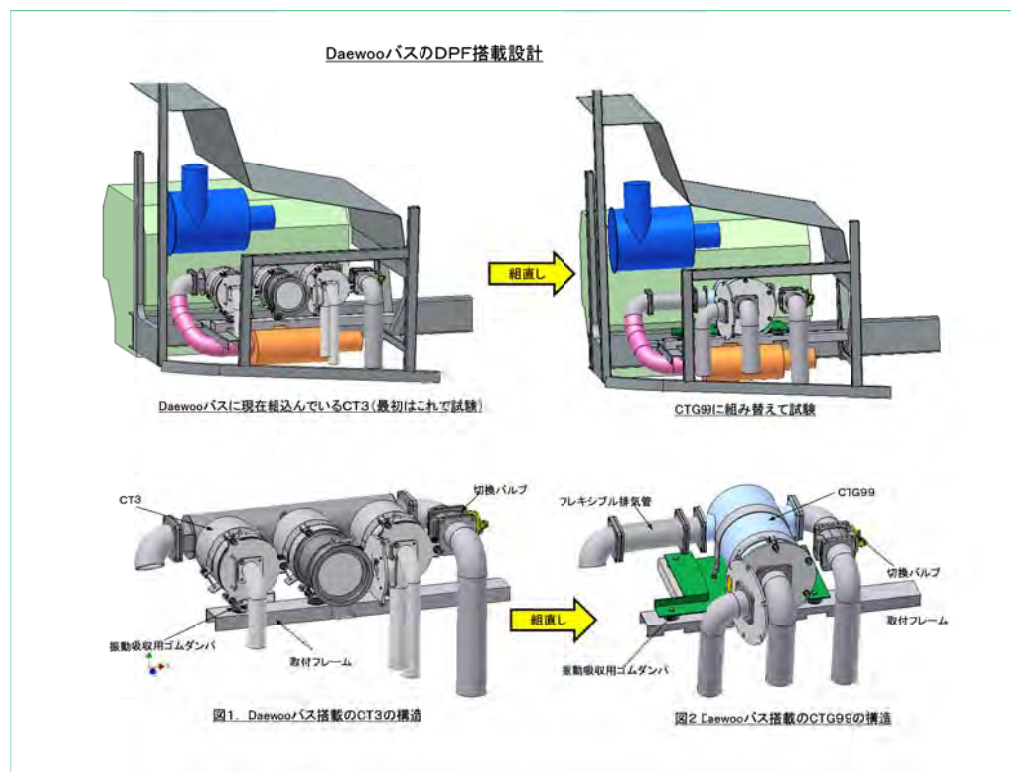
98

2. モコビーCT3 搭載 Daewoo 製バスの車検の合格証明証

黒煙濃度リミット 40%に対して、モコビーは 0%

 ОТ-ийн харъяалал Нийслэлийн тээврийн газар (Р)		АВТО ТЭЭВРИЙН ХЭРЭГСЛИЙН ТЕХНИКИЙН ХЯНАЛТЫН ДҮГНЭЛТИЙН ХУУДАС № 2770 (Том автобус(урт нь 8м-ээс илүү))		Огноо 2015-11-15 Бүх жин (гн) 11	
Шугамын № ТХТех.ХГ-ний №		Марк Daewoo		Эзэмшигч иргэн, байгууллага	
Оршин суугаа хаяг		Загвар BS-106		ЦАХИЛГААН ТЭЭВЭР КОМПАНИ	
Улаанбаатар, Сонгинохайрхан дүүрэг		Улсын дугаар 7502УБЧ		Регистрийн дугаар 211690111	
Оношлогч инженер		Арлын дугаар KI.5UM52BE9U000373		ТХ-ийн гэрчилгээний № 0446865	
Тамга, гарын үсэг		Хөдөлгүүрийн дугаар 0		Ашиглалтанд орсон он 2009	
Дараа орох сар		Хөдөлгүүрийн төрөл Дизель турбо биш		Өнгө Ягаал алаг	
Хэвлэсэн		Давтан үзлэг, огноо: 2015-11-14		Хөдөлгүүрийн багтаамж 11051	
№ ЮУГ ШАЛГАХ ҮНЭЛГЭЭ		№ ЮУГ ШАЛГАХ ҮНЭЛГЭЭ		№ ЮУГ ШАЛГАХ ҮНЭЛГЭЭ	
ҮЗЛЭГЭЭР ШАЛГАХ		ҮЗЛЭГЭЭР ШАЛГАХ		ҮЗЛЭГЭЭР ШАЛГАХ	
КУЗОВ				5.6 Ялтас/нак.ладка +	
ТОДОРХОЙЛОЛТ				5.7 Хийн клапан +	
		ХҮРДНИЙ СУЛ ЯВАЛТ Хэм Станд		5.8 Цилиндр +	
		3.1 Хурдны сул явалт 15 20		5.9 Бусад +	
		ЦАХИЛГААН ТОНОГЛОЛ		ЖОЛООНЫ МЕХАНИЗМ	
ХӨДӨЛГҮҮР БОЛОН ТЭЭШ ХОНГИЛ		2.12 Дуут дохио +		5.20 Жолооны гэр +	
1.1 Зай хураагуур +		2.13 Бусад +		5.21 Холбоос +	
1.2 Гэрлийн утас +				5.22 Бэхлэг/чангангаа +	
1.3 Тоормосны хоолой +		АЖЛЫН ТООРМОС		5.23 Бусад +	
1.4 Тоормосны клапан +		2.14 Дөрө +		ХӨДӨЛГҮҮР БОЛОН ХҮЧ ДАМЖ	
1.5 Хий шахагч +		2.15 Хийн тоормос +		5.24 Утаа зайлуулах сис. +	
1.6 Хийн сав +		2.16 Даралт хэмжигч +		5.25 Түлшний сав +	
1.7 Хүчлүүртэй ж.мех +		2.17 Хий шахагч +		5.26 Түлшний хоолой +	
1.8 Жолооны гэр +		ХҮЧ ДАМЖУУЛАХ		5.27 Бусад +	
1.9 Арал +		2.18 Ухраа араа +		ЖОЛООДОЖ ШАЛГАХ	
1.10 Бусад +		2.19 Зээрэхийн холбоо +		6.1 Децелерометер 5	
ГЭРЭЛ		2.20 Араа залгалт +		АГААРЫН БОХИРЛДЫН ХЭМЖЭЭ	
1.11 Ура гэрэл + +				7.1 Утааны ангилал Е	
1.13 Ухраа арааны г. + +		Стандарт (1-р тэнхлэг) 20		7.2 Хөдөлгүүрийн багт 11051	
1.15 Оврын гэрэл + +		Стандарт (бусад тэнхлэг) 30			
1.17 Дохионы гэрэл + +		Хүчний нэгж (кН)			
1.19 Гэрэл цэцэрлэгч + +		Тоорм.хүч 3 Б Зөр.			
1.21 Дугаарын гэрэл + +		4.1 1-р тэнхлэг 17.8 15.33 13.88		ДИЗЕЛ ХӨДӨЛ-Н УТАА Хэм Станд	
1.23 Ослын гэрэл + +		4.2 2-р тэнхлэг 17.79 15.45 13.15		7.3 Тортөгжилт (%) 0 40	
1.25 Тоормосны гэрэл + +				Бүхэлд (гн) 4.4 5	
1.27 Бусад +				ДУУ ЧИМЭЭНИЙ ХЭМЖИЛТ	
ИХ БИЕ				9.1 Дуу чимээ (дБ) 66 86	
1.28 Шаврын хаалт +		4.3 Зогсоол тоорм 17.81 14.68 Т		ХЭЭНИЙ ГҮН	
1.29 Түгжээ +		66.37		10.1 Хээний гүн (мм) 3 2	
1.30 Кузов/Их бие +		СУВАГ ДЭЭР		Уд гэрлийн хэмжилт 3 Б Стандарт	
1.31 Толь +		ТУЛГУУР ЭД АНГИУД		11.1 Ойрын 6 6 6	
1.32 Гишгүүр +		5.1 Арал +		11.1 Холын (люкс) 32 32 32	
1.33 Бусад +		5.2 Кузов/Их бие +		ДУГУЙН ХИЙН ДАРАЛТ	
БҮХЭЭГ		5.3 Пүрш +		12.1 Дугуйн хийн даралт (1-р тэнх) 7.8	
ДОТОРХИ ХЭРЭГСЭЛ		5.4 Нум +		12.2 Дугуйн хийн даралт 8	
2.1 Суудал +		5.5 Обод +		Электрон арга То Гз Ут Гз	
2.2 Аюулгүйн бүс +		5.6 Дугуй/Нөөц дугуй +		Үзлэгийн дүн	
2.3 Цонх +		5.7 Амортизатор +		13.1 Тэнцсэн эсэх Тийм	
2.4 Урд шил +		5.8 Тос гоожилт +		13.2 БЗЗ-тэй тэнцсэн эсэх	
2.5 Шил арчигч +		5.9 Хөдөлгүүр +		13.3 Тэнцээгүй(онг.у.сронхий)	
2.6 Угаагч +		5.10 Хурдны хайрцаг +		13.4 Тэнцээгүй(тоормос)	
2.7 Спидометр +		5.11 Хөргөлтийн систем +		13.5 Тэнцээгүй(жолооны мех.)	
2.8 Гал унтраагуур +		5.12 Гидросистем +		13.6 Тэнцээгүй(утаа)	
2.9 Гарц +		5.13 Тэнхлэг +		13.7 Тэнцээгүй(гэрлийн тохир)	
2.10 Паар Агааржуулагч +		5.14 Бусад +		13.8 Тэнцээгүй(дуу чимээ)	
2.11 Бусад +		ТООРМОСНЫ ИЖ БҮРДЭЛ		Бусад	
		5.15 Дамжуулах хоолой +			
Оны анхны үзлэг эсэх		Тэмдэглэл			

3. モコビー搭載 Daewoo 製バス、Zhongtong 製バス搭載設計図 (CT3、CTG99)



4. 「大気汚染削減対策案に関する協議会」のアジェンダ

大気汚染削減対策案に関する協議会議事次第

開催時期：2016 年 5 月 20 日

開催場所：淡水資源・自然保全センターの1階、会議室

住所：Mongolia, 17023, Ulaanbaatar city, Khan-Uul district, Zaisan-9

時間	発表題目	発表者
08:30-09:00	受付（登録）	
09:00-09:10	T. Baterdene /市長エコロジー・グリーン開発問題担当の副市長 /	
協議課題：地形と気候要因の変更による大気汚染削減：		
協議指導者：J. Batbayar 博士 /NAMEM 環境分析課課長/：		
09:10-09:20	大気汚染と気候要因	J. Bambayar 博士 L. Oyunjargal 博士 Gomboluudeb 博士
09:20-09:30	UB 市内大気汚染状態の現状	L. Narmandakh (AQDCC 専門家)
09:30-09:40	大気通路をつくる	D. Togmid (『市内の風』NGO 代表者、歴史研究者・作家)
09:40-09:50	大気環境管理測定局の配置改善について	田畑亨 (JICA プロジェクト専門家)
09:50-10:50	協議	
10:50-11:00	記念写真撮影	
11:00-11:20	休憩	
協議課題：自動車による大気汚染削減		
協議グループ指導者：B. Bayarsuren /科学技術大学機械エンジニアリング学校の教師/		
時間	発表題目	発表者
11:20-11:30	燃料基準について	B. Erdenetsetseg (鉱物省燃料政策調整局の石炭と大気汚染担当専門家)
11:30-11:40	ナノ技術	B. Surmaa (GM Well Mongolia International 会社のモニタリング局局长)
11:40-11:50	自動車による大気汚染削減対策について	O. Altangerel (AQDCC 専門家)、田畑亨 (JICA プロジェクト専門家)
11:50-12:00	軽油エンジンからの煤煙集塵装置 DPF 技術	A. Tsetsegmaa (エコロジ・バス 会社の CEO、小森正憲 (JICA 案件調査プロジェクト団長))、J. Sereeter (市交通局の行政管理課課長)
12:00-12:50	協議	
12:50-13:00	DPF-軽油エンジンからの煤煙集塵装置の展示会/センターの駐車場にて /	小森正憲 (JICA 案件調査プロジェクト総括)
13:00-14:00	昼食	

ДИЗЕЛЬ ХӨДӨЛГҮҮРЭЭС ЯЛГАРАХ ХӨӨ ТОРТОГИЙГ ШҮҮЛТҮҮР/DPF/ - ЭЭР АРИЛГАХ ТЕХНОЛОГИ





А.Цэцэгмаа, Экологбус ХХК, докторант
 Камори Масанори, ЖАНКА төслийн ахлах, Япон улс
 Ж.Сэрээтэр, Нийслэлийн тээврийн газар, ЗУХ-ийн дарга

4. DPF-ийн харьцуулалт, УБ-т тохирох сонголт

Ангилал	Харьцусан үзүүлэлт					Нийцтэй байдал		
	Түлш	Даралт-ажим суурилуулалт боломжтой	Тургал зам	Халаанг шилжүүлэх ажиллагаа	Галтз	Бяга хурдтай явах	УБ	Тооно
Гар аргаар халааж дэвсгэрлэх	⊗	⊗	⊗	⊗	⊗	OK	⊗	⊗
Автоматээр халааж дэвсгэрлэх	×	⊗	⊗	⊗	⊗	×	×	⊗

⊗ Маш сайн ⊗ Хамтаттай сайн × Хамтатгүй

5. Системийн бүтэц



Шүүрлийн дүүргэлтийн системийн хэсэг

Халаах шүүрлийн тусламж "MoCobee-RE"

АС 200V электр

Даралт мэдрэгч

Хамтаттай урсгал

Дуу намсгагч

Хамтаттай тээв

Явлин

DPF их бие (спортог шүүгч)

MoCobee-CT3

Салхины өмнө шүүр

7. Токио хотоос олгосон гэрчилгээ



Монодирекшн алтын машин дээр халалт

ASTOBX

9. Улаанбаатар хотод автобусанд тавьсан жишээ



DPF MoCobee/CT3

Идэвхтэй автобус: DAEWOO BB106

Харууны: OE12

Батаах: 11056cc

Чамал: 1620W/220V

Туслах хугацаа: 2008 он

DPF MoCobee/RE

ЦЭВЭРЛЭХ ТӨХӨӨРӨМЖ

буюу цахилгаан ууруу

11. УБ хотын шугамын автобусны туршигтын дүн /2015 оны 11 сар/

Туршигтын турал: 2015.11.01 - 2015.11.30

Автобусны нэр: DAEWOO BB106

Моторын төрөл: 11056cc

Моторын хүч: 1620W

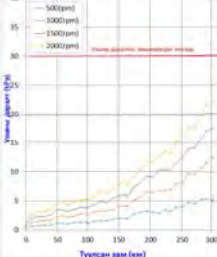
Туршигтын зам: 100 км

2. Хотын төв замуудад [1 рейс /0км/]



Гэр хороолол ба хотын төвийн холбоон нийтийн тээврийн үндсэн чиглэлийн төлөөлөл

Хотын дотор замд: ТУУСАН ЗАМ ба УТААНЫ ДАРАЛТ



Хотын дотор замд: ТУУСАН ЗАМ ба УТААНЫ ДАРАЛТ

Хотын дотор замд: ТУУСАН ЗАМ ба УТААНЫ ДАРАЛТ

6. 「北東アジア都市会合」のアジェンダ

Mr. Bayasgalanbaatar, Head of the Renewable Energy Division, the Ministry of Energy

11:00 – 11:20 **City Experience:TBC**

11:20 – 11:40 **Renewable energy of UB city**
Mr. D. Bayasgalan, Vice Professor, NUM

11:40 – 12:10 **Discussion**

12:10 – 13:30 **Lunch**

SESSION 5 ECO TRANSPORTATION: CITIES INITIATIVES AND EXPERIENCES

The International Energy Agency (IEA) estimates that the transport sector produced emissions of 6.5 giga tonnes (Gt) CO₂, or 23 percent of world energy-related CO₂ emissions. Road transport accounts for about three-fourths of the CO₂ emissions in the sector. Greenhouse gas emissions can be considerably reduced by offering strong and optimized public transport, integrating transit with efficient land use, enhancing non-motorized transport such as walking and cycling, and encouraging mini-cars and electric two-wheelers.

Moderator: Mr. Ryuuta Nitta, Expert, Capacity Development Project, Air Pollution Control in Ulaanbaatar City

13:30 – 13:50 Reinforcing policy measures in Northeast Asian cities to ensure progress toward achieving SDGs
Mr. Donovan Storey, Chief of the Sustainable Urban Development, UNESCAP

13:50 – 14:10 **Mobile source emission countermeasure - Eco Transportation for Ulaanbaatar**
Mr. Ryuuta Nitta, Expert, Capacity Development Project, Air Pollution Control in Ulaanbaatar City

14:10 – 14:30 **City Experience:TBC**

14:30 – 15:00 **Discussion**

15:00 – 15:20 **Coffee break**

SESSION 6 GREEN PROJECTS INVESTMENT AND FINANCING

In 2010, new investments in renewable energies reached a record high of US\$ 211 billion, with noticeable growth in emerging economies. In 2015, renewable energy set new records for investment and new capacity added. Investments reached nearly \$286 billion, and, for the first time, more than half of all added power generation capacity came from renewables. Sustainable, renewable energy is growing, but not quickly enough to meet expected energy demand.

Moderator: UNDP Mongolia RR (TBC)

15:20 – 15:35 **ADB or European bank for reconstruction and development**
Mr. Baasansuren, ADB or

15:35 – 15:5 **City Experience:TBC**
.....

7. 「北東アジア都市会合」で発表したDPF(モコビー)のプレゼンテーション用原稿



自動車環境対策 - ウランバートルにおけるエコトランスポート

2016年8月

- ウランバートル市大気汚染対策能力強化プロジェクト(フェーズⅡ) - O. Altangerel & 新田竜太
- ウランバートル市のディーゼル路線バスのDPFによる黒煙低減計画に関する案件化調査 - A. Tsetsegmaa & 小森正憲

1

1. (2) JICAの協力

2. ウランバートル市のディーゼル路線バスのDPFによる黒煙低減計画に関する案件化調査(2015~2016)

- 技術協力プロジェクトは、UB市に適したDPFを探し、訪日研修にて講義した。研修員は、講義したDPFのUB市での試験を要望した。
- 日本とモンゴルのDPFの研究者がモンゴルでの試験を検討し、JICAに提案書を提出した。
- JICAは、DPFのプロジェクトを採択し、UB市と道路交通省の協力を得て試験した。

9

2. (1) DPF導入

(1) DPF(Diesel Particulate Filter)の選定

- ディーゼル車の排気管に設置し、排出されるPMを低減する装置
- 認定済みDPFの中から、UB市の状況(市内走行、冬期低温、高硫黄燃料)で継続利用可能な機種を選定した。



図1 現在の路線バスのPM排出状況(CPFなし)



図2 選定したDPF(コモテック社製モコビー)に対する認定書

10

2. (1) DPF導入

(2) 選定したDPFのシステム



図3 使用したDPF(コモテック社製モコビー)

11

2. (1) DPF導入

(3) 試験: 2015年12月(気温約-10℃)等



図4 設置状況



図5 ガーゼテスト



図6 調査ルート(走行耐久試験)

12

2. (1) DPF導入

(4) FM削減効果(コモテック社製モコビーの場合)

- PM排出量の約80%以上低減可能

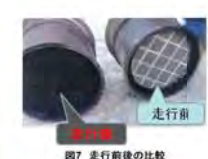


図7 走行前後の比較

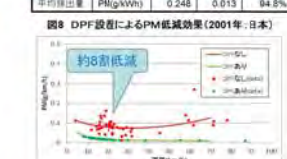


図8 DPF設置によるPM低減効果(2014年: 日本)

図9 DPF設置によるPM低減効果(2014年: UB市)

(5) 課題
・DPF導入に関する法整備
(6) 提案
・路線バスのPM排出量の大幅な低減効果が期待できることから、積極的な導入を提案する

13

[illegible]

105

Тортогжилтийг арилгах механизм Силициум карбид (SiC) фильтерийн бүтэц

Хөдөлгүүрийн явдлагаас ажлахаас утга

Орлогын хөдөлгөөний бүтэц

Силициум карбид чулуу

Шугаман шалбаралдсан хөдөл утга

Материал	SiC-Силициум карбид
Гарын хэмжээ	1.0м x 10.0 x 10.0
Салбарын тал	200 см ² (м ²)
Зураг	0.1мм
Утга хөдөлгөөний карбид	2.0мм

Шугаман шалбаралдсан утга хөдөлгөөний бүтэц

MoCobee-RE

MoCobee-CT

MoCobee-RE-ийн бүтэц

MoCobee-CT-ийн бүтэц

MoCobee-RE-ийн бүтэц

MoCobee-CT-ийн бүтэц

Системийн бүтэц

MoCobee-CT

MoCobee-CT-ийн бүтэц

MoCobee-CT-ийн бүтэц

MoCobee-CT-ийн бүтэц

1993 оны автобус

MoCobee-CT2

НЭЭДЭР

ТАРИХ

2016 оны наймдугаар сарын 07

REVIEW

БАРИЛГЫН МАТЕРИАЛЫН ҮЗЭСГЭЛЭН НЭЭГДЛЭЭ

“Миншэл экспо” төвд өнгөрсөн баасан гаригт барилга, орон сууцны үзэсгэлэн нээгдэв. Наадмын маргааш намар эхэлж, хэв хүнгүй өвлийн өнгөт давах бэлтгэлээ бэлдэж эхэлдэг энэ үед орон сууц авахаар эхэлж буй иргэд олон байгаа. Тэднийд цогц мэдээлэл

хүрхэг зорилготой үзэсгэлэнд Улаанбаатар хотод хэрэгжүүлж буй орон сууцны 100 гаруй төслийн мэдээлэлтэй танилцаж, илүүтэйгээр болон компанийн өөрийн зээлт хамрагдах төлбөрийн үйл хатан нөхцөлүүдийг сонирхож, урамшуулал, хямдралтай байрнуудаас сонгох

боломжтой. Байр худалдан авах хууль эрх зүйн зөвлөгөө, үл хөдлөх хөрөнгө зугаачлын цогц мэдээлэл болон барилгын материал үйлдвэрлэгч, импортлогчдын чанартай бараа бүтээгдэхүүн авах боломжийг тус үзэсгэлэн иргэддээ олгожээ. Түргэлчлэн байрны үнэ

судалж, үл хөдлөх хөрөнгийн зах зээл дэх бодит үнэ ханшигг харьцуулан тодорхой ойлголцолтой болгох эл үзэсгэлэн найман сарын 7 хүртэл үргэлжлэх юм байна.

Б.МӨНХЦЭЦЭГ

ҮЙЛ АВДЛЫН МӨРӨӨР

НАМТЫН АЖИЛЛАГА

Автобус дэлбэрсэн ч монголчууд амьд гарч чадлаа

БНХАУ-ын Бээжин хотод

Ч.БОЛОР

МОНГОЛЫН АЖИЛЛАГА

Уулзварын талбайн хувьцаа бөгөөд тус тус тухайтай байдал нь харгалзан 750 хүний хэргийн майхан, дагалдах хэрэгсэл олгон, нүүдлийн театр ажиглуулж байна. Манай залуус “Рио-2016” олимпын нээлтийн нүүдлийн театрт үнэ. Балтай, сургуулиа хийснээр өмнөтүү ирүүлж хэргээрээ салж, олонх нь тэмхмэсэн гарсан” гэлээ.

Ч.ТУЯА

Аймшиг

Нэргүйн БАТЦУЛГА: Хотын нийтийн тээврийн үйлчилгээнд явцаж буй автобусын явцаж шуур тавьжээ. Ганцхан одоот тусгай торгогч ийм байна. Уддамын том саванд хийсэн. Аймшиг...

Baatarchuluun Chagna: Нийтийн тээврийн байгалийн хийгээр ажилладаг автобусууд хангах тухай яриад байсан. Их тэнгэр: Үүгээр бид амьсгалж байгаа шүү дээ. N.Y.Mongolia: Үүнээр том асуудал.

UY Scuti: Явцад нь шуугиур тавьжээ, автобусуудад нийтлэх шүүмэл үр ахид хүрэх байх.

Монголчууд мөнгөтэй

Б.Амарсанаа: Сая болж өнгөрсөн сонгуулийн үеэр монголчууд “Файс-бүтэ” компанийн нийт 19,455,990 ам.доллар төлжээ. Өнгөрсөн оны арваннэгдүгээр сараас одий хүртэл төлсөн мөнгөний дүн ийм байна.

Khulgee: Эх сурвалж? Б.Амарсанаа: Ойм сүгчээр компанийн жилийн эцсийн үнэ нийтэл дээр гарна даа. **арин PiledHigh&Deer:** Хайран 19 сая “агоон”.

Tsogt-bayar: Монгол хүн бүр заавал үзэх ёстой, эх орны үзэсгэлэнт газрууд. **AG-RORARK:** Дингэж 12-мг нь үзсэн юм байна. **Sodura:** Хөвсгөл айта. **Tamir Bayarsaikhan:** Хэрэгтэй мэдээлэл оруулсанд баярлалаа. **Очих үрсэн газар маш ихэнхэн байна. Бүгдэд нь очно оо. Khishig-bayar:** Баруун дээр байгаа нь ямар газар юм бол? **Миндэр:** Ээж хайрхан. **Есөн тогтоотой, үүлшгүй уул. Гэхдээ тогтоноос өөр үзэх юм олон бий.**

Миний эх орон үзэсгэлэнтэй

英文要約・ポンチ絵

Feasibility Survey with the Private Sector
for Utilizing Japanese Technologies
in ODA Projects
“Feasibility Survey for Reduction of Black
Smoke of Diesel Bus by DPF in Ulaanbaatar”

Summary Report

Mongolia

October 2016

COMOTEC Corporation



1 Public route bus discharging black smoke in UB city



2 Installation of DPF (MoCobee) to Daewoo Bus



3 DPF (MoCobee) installed to Daewoo bus



4 Inside of Daewoo bus for running test



5 Condition of Air pollution not identify car in front



6. Daewoo bus during running test



7 Explanation of MoCobee RE to UB city officer



8 Filter regeneration test out doors in winter



9 Presentation of DPF (MoCobee) at Air Pollution Conference



10 Discussion at Air Pollution Reduction Conference



11 Bus and Panel for demonstration at the conference



12 Participants of the conference to look into demo.



13 Vice Mayor inspected MoCobee demo. at the conference



14 Presentation on Assembly of East Asian Cities



15 Assembly Participants' inspection on MoCobee



16 Bus operating firms' management inspected MoCobee

Summary

The Feasibility Survey for the Private Sector for Utilizing Japanese Technologies in ODA Projects entitled as “Feasibility Survey for Reduction of Black Smoke of Diesel Bus by DPF in Ulaanbaatar” aims to resolve one of issues having been faced in Mongolia by introducing products of Comotec Corporation (hereafter Comotec). In concrete terms, verification tests on efficiency of cassette type DPF (Diesel Particulate Filter) “MoCobee”, the product of Comotec which is effective to reduce black smoke in exhaust gas of diesel buses, would be conducted in Ulaanbaatar City (hereafter UB city) where air pollution is one of the major environmental issues. The proposal for the Feasibility Survey was submitted to JICA based on the JICA public notice in consideration of proposing a verification and dissemination survey in the future, and JICA adopted the proposal and the Feasibility Survey has been carried out.

Chapter 1 Present Condition of Mongolia

More than 45% of total population in Mongolia, 3 million people, lives in UB city. As Mongolia is a land locked country, air pollution is one of great environmental problems in UB city. In accordance with the report of JICA Technical Cooperation Project “Capacity Development Project for Air Pollution Control in UB City”, dominant sources of air pollution in UB city are 80% by coal firing, 10% by transport facilities and 10% by litter and dust during winter, and during summer, major source of air pollution is transportation facilities accounting more than 50% and it is estimated that 60 % of them are exhaust gas of public buses¹. Meanwhile, in accordance with Web survey conducted by AQDCC, 45.5% of civilians considered that the major source of air pollution in UB city is exhaust gas of public buses, while 43 % considered coal firing.

Degree of air pollution in UB city exceeds the environmental limit of PM10 throughout year, which is 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in 24 hours average value and 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in annual average value. Especially, during winter, monthly average values of PM10 exceed 1,000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Accordingly, civilian are facing growing health risk². Especially, PM contained in exhaust gas of diesel engine is very small, which diameter is 0.02~2 μm and not existing in nature, and is pointed out as causes of bronchial asthma, allergy, lung cancer, and so on³.

Taking such situations seriously, Mongolian Government started to take countermeasures to reduce air pollution in UB city. The countermeasures include restructuring of relevant Government offices, introduction of JICA technical cooperation for monitoring of air pollution and study for countermeasures, implementing UBCAP (Ulaanbaatar Clean Air Project) to introduce various devices and facilities to reduce air pollution caused by coal firing. Further, it is broadly understood by officers and civilians that to reduce black smoke in exhaust gas discharged from public transportation bus is inevitable to protect public health. Recently, the Government introduced various regulations to control exhaust gas of vehicles, such as prohibition of public bus operation exceeding 12 years after production,

¹ Materials of the follow-up seminar on “Countermeasure against Automobile Pollution in Urban Area” JICA Regional training, held in UB city in March 2012.

² Source : JICA Technical Cooperation Project “Capacity Development Project for Air Pollution Control in UB City” Briefing Sheet (JICA Homepage, Basic Information of Projects) 2014.06.03

³ Name of book: Diesel Exhaust Gas Pollution, Author: Masaru Sagai, Publisher: Godo Publication

enactment of exhaust gas regulation and sulfur content rules, tax charge for vehicles causing air pollution, etc. Level of such regulations are yet mild comparing to regulations adopted in the developed countries, for example, limit of sulfur content of diesel is 2,000 ppm while in developed countries, it is 10 ppm.



Source: Prepared by JICA Survey Team

Photograph 1 Diesel route buses spread black smoke in UB city

Chapter 2 Characteristics of Comotec Products and Technology and Policy of Overseas Business Development

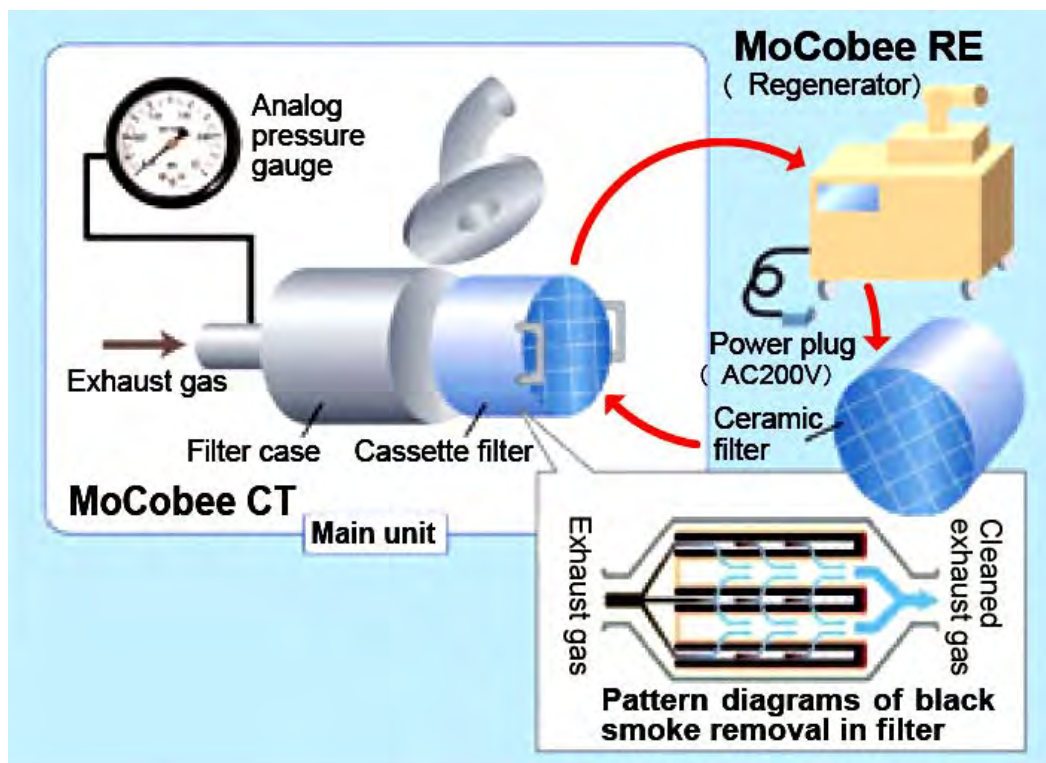
Comotec was established in December 1996 aiming for improvement and development of diesel engine and ancillary works in order to reduce air pollution caused by diesel engine exhaust gas. Since 1999, when the issue of air pollution by diesel exhaust gas became severe in Tokyo area, development of DPF has been a main field of Comotec. As reduction of air pollution by already operating diesel vehicles was urgent requirement, Comotec developed cassette type and post installed DPF (MoCobee).

The DPF (MoCobee) developed by Comotec is post installed and removable device, and the filter (MoCobee CT) could be regenerated by removing black smoke with PM by the electric heater (MoCobee RE). Removal ratio achieved 99.9% for black smoke. Further, MoCobee CT is very simple device consisting of filter and pressure gage, thus, there is very few trouble with high reliability and durability. Further, filter material used for the MoCobee CT, fine ceramics, could caught more than 95% of PM, nano-particulate matter in μm level, which is ejected from diesel engine and is not available in nature⁴. Almost all the DPF being used in developed countries at present is permanently installed to diesel engine with catalyzer, and sulfur content of diesel should be below 10 ppm, which is Euro 6 standard of diesel. The regulation of maximum sulfur content in diesel distributed in Mongolia is 2000ppm, which is 200 times higher than the limit in developed countries. In this condition, fixed type DPF with catalyzer could not function sufficiently.

Fixed type DPF manufactured by other firms than Comotec burns soot caught in the filter with using catalyst. During low load driving at slow speed such as public bus in UB city, temperature of emission gas from engine is low, thus filter used to be clogged up because catalyst would not be well functioning in low temperature. Additionally, the DPF could not be used while using high sulfur containing diesel, due to deterioration of catalyst. On the other hand, MoCobee solved such problems

⁴ 「Device reducing PM adopted in 8 provincial Governments in Japan」 *Monthly Vehicle Technology* Vol. 57, No.9, 2003

as clogging up of filter of DPF does not happen as soot caught in filter is burned by separate device with external electric power without catalyst, and high sulfur containing diesel in Mongolia could be used effectively.



Source: Prepared by JICA Survey Team

Fig. 1 General Outline of DPF (MoCobee)

Table 1 Comparison of “MoCobee” and DPF products of other firms

Item	DPF (MoCobee CT)	Other DPF
Supporting Method of Filter	Cassette Method (Filter is fixed by 3 bolts and quick release)	Fixed (Filter is fixed to DPF body and it is not easy to release)
Material of Filter	Carbonized Silicon	Cordierite
Regeneration Method	Regeneration by MoCobee RE using external electricity	Continuous regeneration by catalyst in DPF

Source: Prepared by JICA Survey Team

Chapter 3 Results of Study on Products and Technology and Review of Utilizing Them in Mongolia

3.1 Trial Test Before the Feasibility Survey Started

Comotec carried out a trial test of DPF (MoCobee) in UB city associated with Ecology Bus LLC with assistance of JETRO in March 2015 before the Feasibility Survey started in September 2015. In the trial test, Comotec sent DPF (MoCobee) to UB City together with design drawing showing to install DPF (MoCobee) to a route bus, and installation and operation manual of DPF (MoCobee). Mongolian engineers of Ecology Bus LLC installed DPF (MoCobee) to the bus and conducted running test with DPF (MoCobee).

Under this trial test, it was confirmed that effect of DPF (MoCobee) to reduce black smoke of diesel exhaust gas was confirmed. Meanwhile, following issues were identified through the test.

- (1) Appropriate running distance in a day before regenerating filter of DPF (MoCobee) was 200 km at beginning, but, it was reduced to 100 km or less after a few days operation.
- (2) Time required to regenerate filter at the beginning was 50 minutes as prescribed, but after several regeneration of the same filter, soot could not be burn in 50 minutes, and it was inevitable to clean filter by air blow.
- (3) During the test, pressure gauges, both analog and digital, did not work properly.
- (4) It was pointed out that fuel consumption increased by use of DPF (MoCobee).

3.2 Tests carried out under the Feasibility Survey

Running Test under the Feasibility Survey was conducted by installing DPF (MoCobee) to a Daewoo bus, which is the most popular public buses being operated in UB city. The running tests were carried out providing loads equivalent to full passengers by sand bags during winter (November and December, 2015) and summer (May and June, 2016). Exhaust gas test was carried out for Daewoo bus and Zhongtong bus in summer (May and June, 2016).

(1) Winter Running Test

In order to find effects of low temperature during winter to DPF (MoCobee) running test of Daewoo bus with MoCobee was carried out in two routes, one is downtown route and the other is suburbs route.

(2) Test of white smoke emission at engine starting in cold condition

In UB city, temperature become below -15°C in winter. To test starting engine with DPF in such cold condition was carried out whether any trouble for engine starting would take place or not.

(3) Test of freezing filter

Porous ceramic material is used for filter of DPF (MoCobee). When filter is kept in normal temperature condition, vapor in air is absorbed by filter material. As exhaust gas contains more vapor than normal air, filter of DPF (MoCobee) absorbs more vapor as exposed to exhaust gas.

Test was carried out, when such filter would be kept in low temperature condition below -15°C, and vapor would be frozen, whether it may adversely affect DPF function or not.

(4) Regeneration test of filter

Soot is accumulated in filters while bus running continuously, and soot in filters should be removed after certain running. Operation of removing soot is regeneration of filter. In case of DPF (MoCobee), accumulated soot in filter shall be regenerated in MoCobee RE by heating and burning soot. As a result filter could be set back to initial condition. As this regeneration is very important operation, test was carried out if regeneration could be operated properly in UB city.

Since filter regenerating operation is carried out indoors in principle, the operation was conducted indoor at approximately 15-20°C temperature. However, outdoor operation test in -15°C condition was also carried out to know its possibility; whether complicate electronic parts used for MoCobee RE could be affected by the cold conditions.

(5) Summer running test

Summer running tests were carried out adopting the same downtown and suburbs routes of the winter running test. Different types of size and specification of filter were also tested to find out appropriate one.

(6) Exhaust gas test

Exhaust gas tests were carried out for Daewoo made bus and Zhongtong made bus in 3 routes in UB city to measure NO_x and PM, and fuel consumption rate with and without DPF (MoCobee) by providing measuring devices in buses. Measuring devices used were capable to measure and record running speed, number of engine rotation, exhaust gas quantity, location information by GPS, temperature and humidity in every 0.5 second.

(7) Survey for measures on smell during regeneration by MoCobee RE

A little smell and white smoke are observed while filter is regenerated by MoCobee RE. They come into existence when unused fuel and engine oil, which are detained by filter, are burn in MoCobee RE. Since MoCobee RE is generally used in outdoors, there is no such problem in Japan and in summer in UB city. However, in winter it is better to eliminate smell and white smoke during regeneration of filter. To correspond to this issue, an electric heater method, by which heating is made to the level that constituent of smell and white smoke would be burn out or desegregated, was introduced in the survey.

(8) Survey of air filter condition

To study impact of air filter conditions on black smoke in exhaust gas, black smoke quantities were measured using Daewoo bus, which was used for running tests, at the automobile inspection center of UB city transportation department. Result shows there is 10% difference of black smoke quantity between new filter and used one. In summer, dust, and pollen and seeds of plants are flying in air due to strong wind. Therefore, it is very important to keep maintaining filter properly during summer. Further, effect of air filter condition to fuel consumption was checked.

3.3 Test results

The tests have been carried out for the items and methods explained in the previous section 3.2 and the results of the tests were discussed hereunder.

(1) Winter running tests

The results of the winter running tests showed that when running distance reached to 300 km, filter internal pressures in both routes did not reach 30 kPa, which is the pressure value when DPF filter should be regenerated by MoCobee RE. Thus a bus could run whole day without changing the filter.

(2) Results of the test of white smoke emission at engine starting

White smoke due to moisture vapor in exhaust gas at engine starting in a cold air was observed in the tests, but white gas quantity is normal and color is the same as exhaust gas from other vehicles. Accordingly, there is no trouble of white smoke by using DPF.

(3) Result of the test of freezing filter

Test result showed that there is no rising of exhaust gas pressure, and in running test there was any soot dust observed in latter part of filter and filter was normal without any damages. Therefore, even though a DPF (MoCobee) filter is frozen due to extremely low temperature condition in winter, no adverse effect to the DPF may take place.

(4) Results of regeneration test of filter

Results of regeneration tests showed that no soot was left in filters, and it was confirmed that regeneration operation could be properly carried out in any season, and both in and out doors.

(5) Results of Summer Running Test

As results of the summer running tests, it was confirmed that bus could be operated more than 300 km a day without changing filter as same as the winter running test. As for size and specification of filter, it was defined that standard filter (CT3), which was used for the winter running tests, was most suitable in UB city condition.

(6) Results of the exhaust gas test

Test results were shown in the following table 2.

Table 2 Measurement Results on NOx, PM and Fuel Consumption Rate

Description	Zhonton Bus			Daewoo Bus		
	NOx (g/km/ton)	PM (g/km/ton)	F. Consumption (L/km)	NOx (g/km/ton)	PM (g/km/ton)	F. Consumption (L/km)
without DPF	1.315	0.142	0.499	1.472	0.066	0.377
with DPF	1.294	0.006	0.494	1.414	0.004	0.393
Difference	-0.021	-0.136	-0.005	-0.058	-0.062	0.016
Change Rate (%)	-1.60	-95.77	-1.00	-3.94	-93.94	4.24

Source: Prepared by JICA Survey Team

(7) Result of the survey for measures on smell during regeneration by MoCobee RE

As a result of the survey for measures on smell during regeneration by MoCobee RE, white smoke and smell were eliminated by re-heating gas emitted from MoCobee RE. Although a very low smell is observed by the method, it was confirmed that such smell is not a level, which affects adversely to environment.

(8) Test result of air filter condition

It was confirmed that black smoke as well as fuel consumption was reduced by carrying out timely and proper maintenance of air filter. The fuel consumption was reduced by 6.7% by changing used air filter to new one.

3.4 Challenges of Introduction DPF (MoCobee)

Effect of maintenance conditions of air filter for discharging black smoke in exhaust gas is discussed above. As for the engine oil, it was made known that they have practicing adding engine oil only coming down quantity for a year without changing all once. Thus, JICA team conducted filter clearing and change of engine oil. Result proved that exhaust gas pressure was reduced, which means filter can be used for longer time, and ash content in soot was reduced to 1/5 of one without changing engine oil. By regenerating filter repeatedly, ash in filter is increasing. It is understood that more ash in filter, less function of filter to clean exhaust gas. Removing ash from filter shall be carried out periodically, at least once in a year in Japan. If ash quantity detained in filter in one regeneration operation is more, a filter is plugged up early. Therefore, it is important to reduce ash quantity to be detained in filter.

It is evident that engine maintenance is inevitable in addition to proper operation and maintenance of DPF (MoCobee) to reduce black smoke of diesel route bus, taking above facts into account. Accordingly, system of engine maintenance shall be established for bus operation firms to introduce.

Chapter 4 Proposal For ODA Project

4.1 General Description ODA Project

Based on the positive results of the Feasibility Survey, Comotec will propose “Verification Survey with the Private Sector for Disseminating Japanese Technologies” of the JICA scheme, and the title of the project would be “Verification Survey for disseminating DPF on Reduction of Black Smoke in Exhaust Gas of Diesel Route Bus in Ulaanbaatar City”. It is proposed to organize Steering Committee of which member shall be Central Government Ministries and UB city agencies relating to the subject, and JICA Survey team, and JICA Technical Cooperation Project. As implementing C/P organization for the Verification Survey, UB City administration including Strategic Policy and Planning Department, Transport Department, and Department of Air Pollution Reduction. (former AQDCC).

As the result of the Feasibility Survey, it was confirmed that DPF (MoCobee) was effective to reduce black smoke of diesel public bus. However, the Survey was carried out for only one bus out of 1173 nos. being operated at present in UB City. Through the implementation of the Verification Survey more number of tests of buses in different makers, operation period, operation and maintenance conditions, etc. should be carried out to affirm the effectiveness of DPF (MoCobee). At the same time, extent on reduction of black smoke by conducting proper maintenance of engine and air filter shall be clarified.

Thus, advantageous effects of DPF (MoCobee) for reduction of black smoke shall be understood by officers and public, and disseminated.

4.2 Development Challenge Requiring the Product and Technology, and Anticipated Achievement

(1) Development Challenges

It is one of the urgent and important development challenges to reduce health risk of public in UB city by mitigating black smoke in exhaust gas of diesel route bus operating in the city, and it was confirmed that DPF (MoCobee) is effective to attend the challenge through the Feasibility Survey.

At “Mongolian National Meeting for Countermeasures on Air Pollution” held in May 2016 and “Assembly of North East Asian Cities” in August 2016 in UB City, Comotec delivered presentation on effectiveness of DPF (MoCobee) and demonstrated the DPF (MoCobee) with a bus installing it. The function of DPF (MoCobee) was well appreciated by participants.



Source: Prepared by JICA Survey Team

Photograph 4-1 Presentation and Gauze Test at Mongolian National Meeting for Countermeasures on Air Pollution



Source: Prepared by JICA Survey Team

Photograph 4-2 Comparison of Gauze Tests (Left: without MoCobee, Right: with MoCobee)



Source: Prepared by JICA Survey Team

Photograph 4-3 Presentation and Demonstration in Assembly of North East Asian Cities

It is expected that early implementation of “Verification Survey” could achieve as countermeasure to reduce black smoke in exhaust gas of diesel route bus. The development challenges to verify the proposed products and technology to utilize DPF (MoCobee) for reduction of black smoke in exhaust gas of diesel route bus in the stage of “Verification and Dissemination Survey” are anticipated as follows:

- (a) Operation and Maintenance manual shall be prepared, and dissemination activities through training and workshops shall be conducted so that route bus operating firms could understand function of DPF (MoCobee) and acquire proper skill for continuous operation and maintenance of it.
- (b) Dissemination activities of engine and periphery maintenance such as air filter cleaning and change, and periodical change of engine oil shall be carried out providing appropriate maintenance items in workshops and training sessions.
- (c) Study on installation of DPF (MoCobee) to other diesel engine such as trucks, construction equipment, generator, pay loader, etc. is carried out.
- (d) For future dissemination, study on legal provision, control method of laws and regulations, MNS (Mongolian National Standard), preferential treatment, subsidies, and so on to introduce DPF shall be conducted.

(2) Anticipated Outcomes

The following outcomes are anticipated by implementing “Verification and Dissemination Survey”:

- (a) Outcome 1; Bus operating firms in UB city well understood function of DPF (MoCobee) and they can utilize DPF (MoCobee) continuously.
- (b) Outcome 2; Other possible measures to reduce black smoke such as engine and its peripheral maintenance are carried out.
- (c) Outcome 3; In addition to diesel route buses, possibility to install DPF (MoCobee) to trucks, construction equipment, generators, etc. are studied.
- (d) Outcome 4; Preferential legal provisions to treat buses equipped with DPF for reducing black

smoke are studied.

4.3 Challenges and Measures for Formulation and Implementation of “Verification and Dissemination Project” under Japanese ODA

Challenges and measures for formulation and implementation of verification and dissemination project under Japanese ODA are summarized in the following Table 3:

Table 3 Challenges and Measures of Verification and Dissemination Project

Challenges	Collected Information	Countermeasures
Condition of social infrastructure for utilizing proposed products and technology was identified by the survey	Amount of black smoke emission is differed depending on engine maintenance including filter cleaning and change of engine oil, etc.	Standard operation manual will be prepared for DPF treatment and engine maintenance, and trainings shall be provided to follow manuals by workers.
Providing Land for the Project	Each bus operating firm has garage and service shop and space for regeneration by MoCobee RE is enough.	Bus firms are ready to provide regeneration space including exhaust fan.
Recognition System and Standard	As no recognition system and standard are available, there is a possibility of launch by poor products not satisfy recognition standard.	As only effective products to satisfy standard could be launched, MNS referring to “Diesel Vehicle Regulation” similar to Japanese shall be proposed.
Staff Availability of C/P side	Technical staffs, who can operate devices required for air pollution measures, are not enough.	Strengthening of technical staff under JICA Technical Cooperation Project has been implemented. Such staff shall be intensively utilized.

Source: Prepared by JICA Survey Team

Feasibility Survey with the Private Sector For Utilizing Japanese Technology in ODA Project

General Data of Small and Medium-Sized Enterprise (SME) and Site

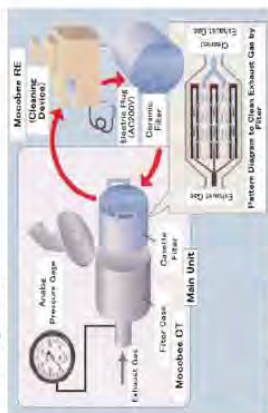
- Name of SME : Comotec Corporation
- Location of SME : Kasukabe City, Saitama Pref., Japan
- Survey Site • Counterpart Organization : Mongolia, Ulaanbaatar City •
Ministry of Road and Transport of Mongolia and Ulaanbaatar City Government

Development Challenges in Mongolia

- Population and economic activities are concentrating in Ulaanbaatar city in Mongolia.
- Health risk of public is increasing due to escalation of air pollution in Ulaanbaatar.
- Transport facilities are responsible for about 50% of air pollution in summer and 60% of them are black smoke and PM by diesel route buses.

Target Technology and the SME

- “MoCobee”, a Comotec product, consists of MoCobee CT and MoCobee RE, is Comotec product.
- MoCobee CT, a DPf, is a cassette type filter installed at exhaust pipe to reduce black smoke by 99.9% and PM by 90% of diesel exhaust gas.
- MoCobee RE is a filter cleaning device for regenerating the filter.



ODA Project Proposed under the Survey and Anticipated Effect

- Under this survey, function of the MoCobee CT and MoCobee RE in extremely low temperature and with high sulfur content diesel shall be tested and shortcomings of them to be improved shall be fined out.
- Based on the survey, “Verification Survey with Private Sector for Disseminating Japanese Technology” under the JICA ODA scheme could be carried out to confirm improvement of shortcomings and to reduce price of “MoCobee”, when JICA approves it.
- “MoCobee” in a reduced price by fabrication in Mongolia will be disseminated in Ulaanbaatar when the Verification Study is successfully completed.
- Disseminating “MoCobee” in reduced price of local production and/or with subsidies of the Government or NGO in environmental sector shall contribute to decrease air pollution in summer in Ulaanbaatar city.

Business Development of the Enterprise

Business development will be based on assembling “MoCobee” by J/V with Mongolian firm with imports of key parts, such as filter for MoCobee CT and electronic parts for MoCobee RE, from Japan.