# 平成 26 年度アジア低炭素社会実現のための JCM 大規模案件形成可能性調査事業

# タイにおける自動車排出CO2を 削減する為の日本製中古エンジン 導入促進事業

# 報告書

平成 27 年 3 月

会宝産業株式会社
エム・アイ・コンサルティング株式会社
株式会社レックス・インターナショナル
一般社団法人サスティナビリティ・サイエンス・コンソーシアム

## はじめに

会宝産業株式会社は、中古車及び部品のリサイクルシステムを確立し、自動車リサイクル産業を育成して、タイ王国(以下、「タイ」と記す)自動車産業の競争力強化に貢献することを目指す。その第一歩として日本で整備して輸出する中古エンジンを載せ替えることにより、燃費向上及び二酸化炭素(carbon dioxide: CO2)削減が図られることを検証するため本調査を提案した。エンジン載せ替えによる CO2 削減効果を二国間クレジット制度(Joint Crediting Mechanism: JCM)によるクレジットとして計上することにより優遇策が適用され、また事業化が可能となることを目指し、JCM 大規模案件形成可能性調査として実施した。

当初は、車両の総走行距離が長くなるほど燃費が悪くなるため、整備された中古エンジンを載せ替えることにより、燃費が向上しCO2排出量が削減されると想定した。タイにおける調査では、この想定は数字によって裏付けられなかったが、以下のように今後の事業検討に有用な示唆が得られた。

まず自動車の全体としての燃費は、エンジン燃費と車体燃費の両者によって決まるが、エンジン燃費は、車両の整備度合いがよい場合、総走行距離によって大きな差は出ない。

現実には、燃料消費量はクランクが一回転したときの燃料噴射量によって決まり、これはエンジンコントロールユニット (Engine Control Unit: ECU) で制御されているため、エンジンが劣化しても高速定常走行においては、走行距離に対して燃料の噴射量は理論上同じである。一方、エンジンが劣化しトルクが低下すると、同じ加速性能・巡航性能を求めようとすると、出力の低下したエンジンではより高回転かつ低速ギアの使用が不可欠となり、燃料消費量が増大する。

今回のタイでの調査では、トルク負荷の低い高速定常状態で性能評価を行ったため、エンジンの載せ替えによる燃費の差は、測定誤差の範囲内に入ってしまったと考えられる。エンジンの載せ替えによる燃費向上効果を計測するには、走行条件による燃費への影響を排除して比較する必要があるが、走行条件のばらつきをなくすことは困難であるので、多くのサンプルと、様々な走行条件の下で載せ替え前後の燃費を比較することが必要と考えられる。また自己診断端子(On-board diagnostics: OBD)からのデータと併用することにより、走行条件と燃費との関係をより詳細に分析することができるだろう。

今回の調査では、エンジンの載せ替えによる燃費向上と CO2 排出削減効果は、数字で確認するに至らなかった。このため事業計画の検討については基礎的な内容にとどまることとなった。今後、整備水準の低い車輌を多く使用する大手タクシー会社や運送業者等を対象とし、JCM 事業の可能性を検討するために、上記の教訓を活かすことが重要と考える。

# 目 次

はじめに 目次 表目次 図目次 略語表 調査の背景と目的 第1章 1-5 関係機関への協力依頼.......5 1-9 エコカー制度.......9 1-10 バンコク都庁による気候変動対策.......10 1-11 タイにおける JCM に対する考え方.......10 第2章 調査の方法 第3章 タイにおける自動車産業、中古車利用状況の調査 

 3-3 タイにおける中古市場の概況
 21

 3-4 タイにおける運送業の状況
 24

 3-6 タイにおける車検制度及び自動車登録制度
 27

第4章 MRV 方法論作成に関する調査

第5章 事業化可能性の検討

:	5-2	想定されるビジネスモデル	80
:	5-3	採算性の概略検討	81
:	5-4	JCM 事業可能性調査の結果	82
;	5-5	他国における本事業の実施可能性	82
第(	6 章	エ コベネフィットに関する調査	
(	6-1	コベネフィット指標開発の必要性	83
(	6-2	コベネフィットの目的	83
(	6-3	コベネフィットとしての大気汚染改善	83
(	6-4	指標開発方法	84
(	6-5	シミュレーション	86
(	6-6	アンケート	88
(	6-7	コベネフィット指標開発	89
(	6-8	結論	93
(	6-9	今後の課題として	93
		表目次	
		タイによる使用中自動車に対する排ガス規制値	
		調査実施にあたっての役割分担	
		自動車登録台数	
		タイと世界の自動車普及率	
		全国の車種別登録台数の推移	
		車種別新規車両登録台数の推移	
		車種別新規車両登録抹消台数の推移	
		タクシーの登録台数	
		タクシーの登録台数(バンコク)	
		中古車市場の規模 トラック中古車の登録台数	
		対象車両の情報 3.供調本の注思	
		予備調査の結果	
		予備調査における走行状況の記録	
		補正後の燃費の比較表 ま始効思計算	
		実施効果試算	
		調査車両の情報	
衣 4	<b>⊦-</b> /	載せ替えエンジン情報	. 48

表 4-8 載せ替え前の走行記録	51
表 4-9 載せ替え後の走行記録	54
表 5-1 採算性の概略検討	81
表 6-1 自動車排気ガス由来大気汚染物質と被害	84
表 6-2 各地点における PM10と PM2.5の大気濃度	85
表 6-3 PM 寄与濃度	85
表 6-4 事業想定規模の二酸化炭素削減量	86
表 6-5 タクシー全社導入の二酸化炭素削減量	87
表 6-6 基準達成のための必要台数	87
表 6-7 基準達成のための二酸化炭素削減量	88
表 6-8 コベネフィット効果の価値一覧	89
図目次	
図 2-1 調査実施体制	11
図 2-4 作業工程表	
図 3-1 タイにおける自動車の流通状況	23
図 3-2 タイの車検場	26
図 4-1 バンコク都内、渋滞していない交差点	28
図 4-2 バンコク都内 渋滞発生時	28
図 4-3 予備調査ルート	30
図 4-4 予備調査の流れ	30
図 4-5 予備調査の調査表	31
図 4-6 予備調査中の各所の様子	
図 4-7 JRS タグ	
図 4-8 走行ルート	
図 4-9 調査時の OBD 端子作動の様子	38
図 4-10 載せ替え前後の燃費の比較	40
図 4-11 一日の走行距離の分布	57
図 4-12 燃費消費量の変化	57
図 4-13 車体走行距離と燃費の関係	58
図 4-14 各車の JRS/PAS777 の測定値	59
図 4-15 JRS/PAS777 の面積と燃費の関係	60
図 4-16 JRS/PAS777 の各軸と燃費の関係	63

図 4-1	7 エンジン載せ替え事業によるエンジン交換と廃棄の流れ	69
図 4-1	8 モニタリング実施の流れ	70
図 4-1	9 現地 FC 店舗から本事業スキームの流れ	72
図 6-1	支払い意思額分布	89
図 6-2	年齢層別人数	90
図 6-3	年齢層と支払い意思額	91
図 6-4	年齢と平均月収の比較	91
図 6-5	月収と支払い意思額	91
図 6-6	出身地別支払い意思額	92
図 6-7	在住期間と支払い意思額	92
図 6-8	性別と支払い意思額	93

# 略語集

略語	英語表記	日本語
ASEAN	Association of South-East Asian Nations	東南アジア諸国連合
ASR	Automobile Shredder Residue	自動車のシュレッダーダスト処 理
BOI	The Board of Investment of Thailand	タイ投資委員会
BSI	British Standards Institution	英国規格協会
BTS	Bangkok Sky Train	バンコク高架鉄道
CDM	Clean Development Mechanism	クリーン開発メカニズム
COP	Conference of the Parties	気候変動枠組条約
Co2	Carbon dioxide	二酸化炭素
ECU	Engine Control Unit	エンジンコントロールユニット
ELV	End of Life Vehicle	使用済み自動車
EU	European Union	欧州連合
FC	Franchise	フランチャイズ
GIS	Geographic information system	地理情報システム

GHG	Greenhouse gas	温室効果ガス
HIDA	The Overseas Human Resources and Industry Development Association	一般財団法人海外産業人材 育成協会
IP	Implementation Plan	実施計画
JCM	Joint Crediting Mechanism	二国間クレジット制度
JETRO	Japan External Trade Organization;	独立行政法人日本貿易振興 機構
ЛСА	Japan International Cooperation Agency	独立行政法人国際協力機構
JRS	Japan Reuse Standard	日本リユース標準
LPG	liquefied petroleum gas	液化石油ガス
LTA	Land Transport Authority	陸上交通庁
LLNL	Lawrence Livermore National Laboratory	ローレンス・リバモア国立研究 所
MAP	Manifold Absolute Pressure	吸気圧力センサー
MRT	Mass Rapid Transit	バンコクメトロ(地下鉄)
MRV	Measuring Reporting and Verification	測定·報告·検証(MRV)方法 論
MVA	Motor Vehicle Act	車両法
NEDO	New Energy and Industrial Technology Development Organization	独立行政法人新エネルギー・ 産業技術総合開発機構
NESDB	Office of the National Economic and Social Development Board	タイ国家経済社会発展委員会
NGV	Natural Gas Vehicle	天然ガス自動車
NOX	nitrogen oxides	窒素酸化物
OBD	On-board diagnostics	自己故障診断
PAS777	Publicly Available Specification	一般公開仕様書
PDM	Project design Matrix	プロジェクトデザインマトリック ス
PM	Particulate matter, particulates	粒子状物質
SOX	Sulfur oxide	硫黄酸化物
TGO	Thailand Greenhouse Gas Management Organization	タイ国温室効果ガス管理機構
WTP	Willingness to pay	支払い意思額

# 第1章 調査の背景と目的

#### 1-1 調査の背景

2013 年世界の自動車販売台数は前年比 4,3%増の 8,464 万台と 4 年連続増加した。世界の自動車保有台数は、2011 年 10 億 7,108 万台、2012 年 11 億 1,456 万台で、年間 4,348 万台増加した。ここから廃車台数<sup>1</sup>は年間約 4,100 万台、その内訳は先進国と途上国半々と推計される。自動車一台当たりの人口比較は、2012 年において世界平均が 6.3 人、日本は 1.7 人、タイ王国(以下「タイ」と記する)は 5.1 人、中国 11.8 人、インドネシア 13.2 人となっている。

途上国における人口増加が続き生活水準が高まるのに伴って、今後も途上国、特にアジアを中心として自動車の保有台数が拡大し続けることは確実である。自動車の燃費やリサイクルへの関心は先進国においてはかなり高まって来ているが、多くの途上国においては未だ薄いと言わざるを得ない状況にある。結果として、途上国において自動車の普及は人々の利便性向上に貢献する一方で、CO2 や窒素酸化物(nitrogen oxides: NOx)、硫黄酸化物(sulfur oxide: Sox)、粒子状物質(particulate matter、particulates: PM)などの有害物質を放出し地球環境に負荷を与えている。

日本の「産業別エネルギー消費量」を見ると運輸部門は2005年23.5%、2013年22.5%であり、「産業別CO2排出量」はそれぞれ19.6%、17.0%といずれも縮小している。米国における運輸部門の2013年エネルギー消費量は27.7%に対し、CO2排出量は33.9%である(LLNL:Lawrence Livermore National Laboratory<sup>2</sup>)。これは日本車のCO2排出原単位が小さく、米国車に比べコンパクトでエンジン燃費性能が優れていることを示している。このことは燃費性能に優れた日本の中古自動車のエンジンを再利用するシステムの確立は途上国のCO2排出削減の可能性を広げると共に、資源節約や環境対応にも適っている。日本は世界最高性能の自動車生産国であり、特にエンジン性能は他国をはるかに凌いでいる。

日本では 2012 年、2013 年の抹消登録台数は 490 万台で推移しており、中古車輸出 もこの 2 年間 120 万台前後である。自動車リサイクル法に基づく使用済み自動車の発 生台数は 2012 年 356 万台、2013 年 358 万台である<sup>3</sup>。これらデータは日本からの中古 エンジン輸出と関わる統計資料であり、今後とも注視していく必要がある。なお、2013 年の販売台数は前年比 0.1%増の 537 万台だった。

<sup>1</sup> 廃車台数=前年末保有台数+当年新車登録台数-当年末保有台数

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> ローレンス・リバモア国立研究所(Lawrence Livermore National Laboratory : LLNL)

<sup>3</sup> 出典:日本自動車工業会「自動車統計月報」、財務省「日本貿易統計」、自動車リサイクル促進センターホームページ

#### 1-2 日本製中古エンジン輸出による CO2 排出削減の可能性

日本では 2005 年より自動車リサイクル法が施行され、年間 350 万台前後の使用済み自動車 (End of Life Vehicle: EVL) が適正処理されている。現在国内中古部品市場は 1,000 億円規模に成長しているが、エンジンやトランスミッションなどの機能製部品は国内より海外での需要が大きい。これは元々日本のエンジン性能が良く、車検制度によるメンテナンスが行われ、道路事情がよく、走行距離も比較的短いので、エンジン劣化が少ないことに起因すると思われる。

品質の高い日本車の中古エンジンは他国のエンジンに比して燃費も良く、寿命も大幅に長いので、まだまだ使える中古エンジンを鉄やアルミなどの素材にリサイクルするのは「もったいない」。日本人の自動車の使用年数は平均13年、平均走行距離は13万kmだが、途上国では日本に比べてはるかに長い。また、燃費の悪い自動車が多く走り、CO2排出量増加やNOx、Sox、PMなど有害物質による大気汚染の原因となっている。そこでタイをはじめとする途上国で使用されているエンジン性能の劣化した自動車に対して日本の比較的年式が新しく、車検制度によって整備された中古エンジンを搭載すれば、燃費向上とともに、CO2排出量の削減をはじめとする環境負荷の低減が期待できる。

アジアの自動車修理産業は既に日本から中古エンジンの供給を受けており、韓国車等のエンジンに比して品質上圧倒的な優位性を持って受け入れられている。本 JCM 事業可能性調査の主体企業である会宝産業㈱では中古エンジンの機能評価に関する一般公開仕様書(Publicly Available Specification: PAS777)を英国規格協会(British Standards Institution: BSI)から、2013年認定取得した。この規格は、世界のどの地域においても適用可能な方法を用いて中古エンジンの評価及びラベリングに関する仕様書を提供することを目的としている。

本 JCM 事業可能性調査は PAS777 で高スコアを獲得したエンジン載せ替えによる CO2 削減効果を測定し、JCM によるクレジットとして計上することで補助金等の優遇 策が適応される仕組みの構築を目的としている。現状少ない台数とはいえ会宝産業に は中古エンジン輸出のビジネス基盤があり、タイで実行する CO2 削減分を日本との間 の二国間クレジットとすれば地球温暖化問題への新たなソリューションとなり得る。

#### 1-3 エンジン載せ替えによる燃費向上の可能性評価に関して

途上国では日本のように平均 13 年程で車輌を買い替えることはほとんど無く、修理を重ね、エンジンなどの部品を交換して動かなくなるまで使用する。数 10 万キロ走行したエンジンを平均 13 万キロ程の日本から発生した中古エンジンに載せ替えることで、燃料消費量にどの程度の変化が生じ、CO2 排出量をどれだけ削減出来るかを調査することが目的である。

燃料消費量の評価を行うにあたり、車のカテゴリ、排気量、走行方法(時速 60 km走行もしくは高速走行(時速 100 km)か、道路事情、アイドリング時間、平坦路を一定

の速度で走る場合、山岳路を走る場合などの条件によって燃料消費量に差が出てくる と推定される。

正しい数値を得るためには全ての状況下で燃料消費量を計測することが理想だが、 本調査の期間・工数を考えると現実不可能と思われる。そのため、極めて限定的な台数・車種(カテゴリ、排気量)を選定しての調査に止まった。

本事業可能性調査では、バンコク都という比較的平坦な地域において一部都内渋滞区間、大半は高速道路を使用し、片道 140 km/往復 280 kmを走行して、載せ替え前と後での燃費性能を調査した。当初は走行全般で燃費に差が出ると考えていたが、高速定常状態では燃費性能に余り差が出ないという調査結果を得た。但し、急加速や減速、登り坂など負荷がかかる状態では、燃費に差が出るだろうと推定している。

本 JCM 事業可能性調査で載せ替えエンジンによる燃費の違いが出るとすれば、次の三点が考えられる。

- ① トルク低下
- ② 不完全燃焼による排出ガス
- ③ エンジントラブル

まず、トルクの低下によって、同じ加速度で走った場合、燃焼効率の悪いエンジンの場合は、回転数を高くして、出力をキープしながら走らなければならない。この場合クランク回転数が上がり、燃料噴出量が多くなり、結果的に燃費に影響する。また、加速減速を繰り返す場合は高速走行の場合より燃費に差が生じる。特にアクセルを一気に踏まなければいけない山岳路走行の場合、トルク低下によって燃費の差が出る。

次に、エンジンの不完全燃焼の場合にはシリンダー内に CO2 や HC が発生し、排ガス中に燃焼しなかった O2 が検出される。これを O2 センサーが感知して、コンピューターに信号を送り、燃料を薄くする。

エンジンの劣化はオイル交換の頻度、メンテナンス、マイレージなどが複合して起こるもので、一つの要因とは限らない。症状としてはピストンリングが摩耗し、ガス (CO2,HC) 漏れが生じ、廃圧が高くなり、エンジンパワーが低下する。

燃費(km/0)は、エンジン単体の燃料消費率(g/kwh)、変速機変速比、走行抵抗などによって決まる。新車時においては、一応カタログ燃費が参考になるが、中古車において燃費は使用方法によって様々であり、そうした数値がない。今回の結果を踏まえ、加速や上り坂などの状況で評価したら燃費に差が出るのではないかという知見を得ることができた。したがって、そのような走行条件を多用する車の使い方をする事業者には、燃費向上による収益改善を目指したエンジン載せ替え効果が見込め、これに対してJCM事業化ができるのではないかと考えている。

#### 1-4 PAS777 の取得の背景と意義

「PAS777 は中古部品に商品としての命を吹き込みたい」との思いから始まった。商

品であれば、売り手と買い手が開かれた市場における適正な価格で取引をする。日本から出る中古エンジンは定期的なオイル交換やメンテナンスを行っていれば 50 万km以上は走ることが出来る。中古エンジンには商品としての価値は十分にある。しかしそのためには、トレーサビリテイ、品質規格、ラベリングなどにより、「中古エンジンの見える化」が必要である。

日本の中古エンジンにいち早く目を付けたのが外国人バイヤーだった。彼らはそれまでスクラップとして鉄やアルミの素材にされていたエンジンをより高い価格で買い付けていった。ここには市場というものはなく、彼らの言い値で取引されていた。会宝産業はこうした現状を変えるために、数年をかけ「コンプレッション、マイレージ、始動、オーバーヒート、内部状態、外部状態」の6項目を数値化し、レーダーチャートでラベリングする仕様書を開発した。これが PAS777 の原型の日本リユース標準(Japan Reuse Standard: JRS)である。但し、JRS の段階では飽くまでも企業の仕様書であり、世界に開かれた公正な市場を目指すには不十分であった。

PAS777 による品質規格を表示できる中古エンジンは日本からしか発生しない。その理由として、エンジン生産段階での高性能であること。狭い国土での少ない走行距離、車検制度によるメンテナンス、丁寧に使う国民性などの条件を満たすのは日本だけである。PAS777 は着実に浸透し、昨年中東シャルジャで世界初の中古部品のオークション・マーケットを拓くことが出来た。ここでは売り手と買い手が規格表示された「中古エンジンという商品」を双方が合意する相場観に基づいて公正な取引が行われている。

本調査では ELV の中古エンジン載せ替え効果を検証した。ELV は日本国内において約350万台、世界において4千万台が毎年発生している。平均1,1 t の車には、鉄・銅・アルミなどのベースメタルや金・白金・パラジウムなどの希少金属が含まれている。ELV は廃棄物・ゴミではなく都市鉱山であり、消費者と資源が近接する都市に発生する。

日本は都市鉱山大国といわれるが、その技術、システム、法律に載せて、「もったいない」や「後しまつ」といった精神を途上国に普及する。地下資源はストックであり、地球の元本だが、都市鉱山はフローの資源であり、利子といえる。人類が地球と共存して持続可能な社会システムを構築するには、循環をベースにしたフローの世界に転換しなければならない。

「JRS→PAS777→オークション・マーケット→途上国でのリサイクルビジネス→静脈産業のグローバル展開→循環型社会」こうした一連の流れを創ることが自動車大国であり自動車リサイクル先進国である日本の世界貢献である。本調査を通して、日本が世界に発信する新たなビジネスモデルの可能性を見いだすことが出来た。このことは JCM 事業の創設趣旨に適うものであると考える。

#### 1-5 関係機関への協力依頼

本調査は、PAS777評価をした日本製中古エンジンの載せ替えによる CO2 排出量の削減効果を検討するものである。本調査は、会宝産業が目指している中古車及び部品のリサイクルシステムを確立し、自動車リサイクル産業を育成し、今後のタイ自動車産業の競争力強化に資することの重要な第一歩と捉えている。

これは、タイにおける自動車リサイクル推進を強く望む国家経済社会発展委員会 (NESDB)からも理解が得られた。自動車産業を基幹産業として持続的発展を図ろうとしているタイにおいて自動車リサイクル事業を確立・展開することはタイ政府において優先順位が高く、政府の行政を省庁横断的にリードする NESDB アーコム長官より、それを強く支援する旨のレターを受領した。

また、今後の調査を効率よく推進するべく、本可能性調査開始直後にバンコクにおける以下の関係各機関に対し、調査開始の連絡と今後の調査期間内に必要な協力の依頼等を行った。

#### <訪問先機関>

#### ータイ政府関係機関

- ・ タイ国家経済社会発展委員会 (Office of the National Economic and Social Development Board: NESDB)
- タイ国温室効果ガス管理機構 (Thailand Greenhouse Gas Management Organization: TGO)
- ・ タイ国下請産業振興協会 (Thai Subcontracting Promotion Association)

#### ー在タイ日本政府機関

- · 独立行政法人日本貿易振興機構(Japan External Trade Organization: JETRO)
- · 一般財団法人海外産業人材育成協会(The Overseas Human Resources and Industry Development Association: HIDA)
- ・ 独立行政法人新エネルギー・産業技術総合開発機構(New Energy and Industrial Technology Development Organization: NEDO)

上記関係機関との面談は、本調査の目的と趣旨、即ち環境省からの委託事業可能性 調査であることから、JCM に資する民間事業の立ち上げの可能性を検討する調査であ るという点、および本調査の対象範囲と、それを包括するスキームに対する説明を中 心に実施した。

また本調査においては、日本の中古エンジンを、バンコク都内の比較的古い自動車へ載せ替えることで燃費が向上し、燃料使用量が削減することで、燃料燃焼による CO2 排出量の削減がなされるという仮説のもと、MRV 方法論として、その削減量のモニタリング、削減量の評価の方法が確立され、カウンターパートとなる民間企業や国際コンソーシアムにより、JCM 事業の可能性が見込めるビジネススキームの構築を目指した。

JCM 事業が求められるこのような条件や適格性を、関係機関に理解していただき、その後の情報収集や各種支援を円滑に推進できるよう、説明と協力依頼を行って来た。

#### 1-6 タイにおける環境政策

#### 第 11 次国家経済社会開発計画 (2012 - 2016)

タイ政府は、5年ごとに国の開発の基本方針を提示する5カ年計画を策定しており、 現在は第11次計画を実施中である。第11次計画では、環境面の基本政策を以下のよ うに既定している。

- a) 天然資源と環境の基盤の回復、保全、創造
  - 森林の復元と保全
  - GIS とデータの整備
  - より公平な土地所有と分配の促進
  - 農業生産性と食糧安全保障の確保のための土壌の回復
  - 海洋・沿岸資源の管理システムの構築
  - 持続的な食糧とエネルギーの供給と洪水・旱魃の防止のための総合水資 源管理の促進
  - 水源涵養地域の増加
  - 効率的でコストパフォーマンスがよく環境的に健全な水利用
  - 家庭用水供給のために水資源マスタープランの作成
  - 生物多様化の恩恵のより公平な配分と保全
- b) タイ社会の環境的に持続的で低 CO2 排出への転換の促進
  - 生産部門の低 CO2 排出への移行
  - GHG 削減のための交通部門のエネルギー効率の向上
  - 文化、社会、生態系を統合した総合的都市計画の促進による環境にやさしい都市の創出
  - 低 CO2 排出への移行と環境的に安定した社会への移行を促すような消費 行動の奨励
- c) 気候変動への対応能力の強化
  - 気候変動の影響と適応に関する知識の普及と蓄積
  - 気候変動に対応する管理ツールの開発
  - 気候変動に対するコミュニティの対応能力の強化
- d) 自然災害への対応
  - 国、地方、県レベルでのリスク地域の地図化
  - 災害管理の効率化

- データベースと遠隔通信網の整備
- 全国民に対する災害救援計画の作成
- 民間部門、公的部門、学校、地方自治体などの心構えと準備の強化
- e) 環境保護の気候変動対策の中での産業の保護
  - 国際貿易・投資と衝突しないような環境保全の指標のモニタリング
  - 環境保護・気候変動対策に関わる国際協定への対応方策の準備
  - 国際貿易に関する国際協定の影響の研究強化と製品・ビジネスを損なわないような戦略計画の作成
  - 輸出業者へのカービンフットプリントの導入の奨励
  - 持続的発展を実践する革新的企業への優遇策の創出
- f) 環境問題を扱う国際的な場でのタイの役割の強化
  - 国際協定の詳細の検討と他国との交渉の現状のモニタリング
  - 政府職員の交渉能力の強化
  - ASEAN 内及び主な貿易相手国との協力の強化
  - 天然資源、環境に関する国際協定の実施の支援
- g) 汚染の削減と管理
  - 大気汚染、特に PM10 の削減
  - 固形廃棄物管理とコミュニティ汚水処理の効率化
  - 毒性、電子的、汚染廃棄物の管理システムの構築
  - 化学物質の漏出、事故の削減
  - 国と地方レベルでの汚染事故の警報システムと管理システムの構築
- h) 効率的で透明性が高く公平な天然資源と環境の管理システムの強化
  - コミュニティが地場天然資源をバランスよく持続的に活用できるように なるための能力強化と権利の強化
  - コミュニティの能力強化と参加の促進
  - 経済・社会の変化に応じた法律の改正と公平な適用
  - 天然資源と環境の保全が促進されるように政府の投資政策を変更すること
  - 環境税の促進と天然資源の効率的活用と汚染の削減を促すような優遇策 の導入のための予算措置
  - 環境保全と生物多様化保全による収入の創出
  - データベースの整備、システムの評価と研究の支援

本事業との関係においては、上記の政策である「タイ社会の環境的に持続的で低 CO2 排出への転換の促進」の中で、交通部門のエネルギー効率の向上を挙げている点 が関連する。具体策として、公共交通の整備と利用促進、天然ガス、生物源エネルギーなど再生可能エネルギーの利用の支援、運転慣行の改善などを挙げている。本事業で目指すエネルギー効率の高いエンジンへの載せ換えは言及されていないが、主旨は十分に整合している。

#### 1-7 タイにおける自動車産業と環境問題

他の ASEAN 諸国と同様、タイの自動車産業は輸入代替工業化の柱として育成されてきたが、1997年のアジア通貨危機によって大打撃を受けた。これを機にタイ政府は自動車の輸出市場開拓に踏み切り、「アジアのデトロイト」をスローガンに自動車産業の発展を図ってきた。その結果、2003年には自動車販売台数でマレーシアを抜いてASEANトップとなり、2005年には自動車生産台数は100万台を突破した。

2010年にはタイの自動車生産は 165 万台、このうち約 90 万台が輸出されている。 更にタイ政府は、2015年に自動車生産台数 250 万台、輸出台数 150 万台を目指している。

即ちタイにおいて自動車産業は今や基幹産業といえるが、EU や日本ではメーカーに対し、使用済み段階にまで広げた拡大生産者責任を課している。それに基づいて日本では 2005 年の自動車リサイクル法が「フロン、エアバッグ、ASR<sup>4</sup>」三品目の処理をメーカーに課した。日本の拡大生産者責任はこの三品目だが、ドイツなど EU では車一台が対象である。日本では施行後それまで約 180kg の ASR が埋め立てられていたが、現在はその 95%が処理されている。日本の方法が最善という訳ではなく、タイにおける適正処理システムが構築されるプロセスにおいて、自動車リサイクル法、メーカーの関与、リサイクル業者の起業等の全体像が示されるだろう。

またバンコク首都圏をはじめとして自動車保有台数の急増に伴う環境問題の深刻化があり、対策が焦眉となっている。すなわち、タイでは途上国における自動車の環境問題が最も先駆的に表れているといえる。

#### 1-8 タイにおける排ガス規制や 002 排出量削減に向けた動き

タイは他のアジア諸国に先駆けて、厳しい排ガス規制を取り入れており、2014年7月より天然ガスや LPG を燃料とする小型車に EURO4と同等の規制が適用されている。

EURO4 とは欧州連合 (European Union: EU) における排出ガス規制の第 4 レベルの規制で、ステップ 4 ともいう。EU における排出ガス規制は、1970 年に乗用車および軽量トラックに対し、また、88 年には車両総重量 3.5t 以上の重量トラックに対する規

<sup>&</sup>lt;sup>4</sup> ASR; Automobile Shredder Residue (自動車のシュレッダーダスト処理)

制が実施された。これらはその後段階的に強化され、2000年には第3段階(ユーロ3)の規制が実施され、05年からは第4段階(ユーロ4)に移行している。この規制では、とくに大型ディーゼルトラックのPM基準が0.02g/kWhと厳しいものとなっている。

タイでは、現在、新車のガソリン自動車に対して EURO3 相当の第 6 次規制が適応 されている。2012 年から EURO4 相当の規制導入が検討されていたが、現在のところ、 導入は延期されている。

車種	汚染 物質	規制値	測定機器	測定手法
Gasoline Vehicle				
1993/11/01以前登録	СО	4.5%		
8111828	HC	600 ppm	非拡散赤外線	停止中の車のアイドリン
1993/11/01以降登録	CO	1.5%		グ、無負荷状態での測
	HC	200 ppm	検出	定
2007/01/01以降登録	CO	0.5%		
	HC	100 ppm		
Diesel Vehicle	Black	50%	フィルターシス	停止状態において、エン
	Smoke		テム	ジン最大回転数までア
		45%	不透明度測定	クセルを踏み込んだ状
			システム	態で測定
		40%	フィルターシス	最大出力の60%のパワ
			テム	ーで走行中の状態で測
		35%	不透明度測定	定
			システム	

表 1-1: タイにおける使用中自動車に対する排ガス規制値

(資料) 公害規制局 (PCD:Pollution Control Department) web サイト

#### 1-9 エコカー制度

タイの「エコカー制度」はタイ投資委員会(THE BOARD OF INVESTMENT OF Thailand: BOI)が中心となって認定する制度で、最初は組立メーカーに対する税制優遇を図る内容からスタートした。

第一次「エコカー制度」は、2007年に導入され、排気量1,300cc以下のガソリン車を対象とし、燃費は1リットルで20キロ以上、欧州排ガス規制「ユーロ4」を満たすこと、5年目以降の年産台数を10万台以上とする、などの要件が付けられた。エコカー認定組立メーカーに対しては8年間の法人税免除の優遇措置がとられた。また、タイの「エコカー」には、購入者(消費者)向けとして、物品税率を「17%」とする優遇措置(2009年6月閣議決定)が定められた。(2009年10月から実施)、

第二次「エコカー制度」は、欧州排ガス規制「ユーロ 5」に対応し、燃費が燃料  $4\cdot$ 3 リットルで走行距離 100 キロ以上(1 リットル当たり  $23\cdot 3$  キロ以上)の排気量 1,300cc 以下のガソリン車もしくは 1,500cc 以下のデイーゼル車が対象で、2014 年 3 月末までに申請し、2019 年末までに生産を開始、生産開始から 4 年目以降、年間 10

万台以上生産することが条件とされている。認定を受けた事業主は法人所得税が6年間免除されるほか、設備・機械の輸入関税が免除される。消費者に対しては、乗用車にかかる物品税率を14%にする計画である。(第一次制度では17%であった)

#### 1-10 バンコク都庁による気候変動対策

タイ全国の温室効果ガスの 24%がバンコクで排出されていると報告されている。バンコク都庁は、2007 年に地球温暖化問題解決のための協力宣言を 35 の機関と共同採択し、2007 年~2012 年の 5 年間で温室効果ガス(Greenhouse Gas: GHG)を 15%削減することを目指してバンコク都気候変動対策実行計画を作成し取り組みを進めた。同行動計画では、①大量輸送網システムの拡大 ②省エネ及び再生可能エネルギーの利用促進 ③ビルの省エネ・効率化 ④廃棄物管理・下水処理効率の向上 ⑤都市緑化の促進を⑤台目標として掲げ施策を講じてきた。この行動計画の実施を支援するために、独立行政法人国際協力機構(Japan International Cooperation Agency: JICA)が技術支援を行った。

これらの目標のうち②、④、⑤については概ね目標を達成することが出来たが、①については関係機関との調整が困難なため計画は達成されなかったと言われている。バンコク都庁は、同行動計画の成果を評価し、より包括的な気候変動対策としてバンコク都気候変動対策マスタープラン 2013~2023 年を策定するための作業を進めている。この支援のため、JICA は 2013 年 3 月から 2015 年 9 月にかけて「バンコク気候変動マスタープラン (2013 年-2023 年)作成・実施能力向上プロジェクト」を実施中である。

本事業によるエンジン積み替え事業への言及はされていないが、GHG 対策への貢献という意味において、本件はバンコク都庁による GHG 削減政策と軌を一にするものと言える。

#### 1-11 タイにおける JCM に対する考え方

2012 年 3 月、日本政府とタイ政府は、「日・タイ共同声明」を発表し、JCM を含む 取組をタイと共に進め、低炭素成長の実現に向けて協力することで一致した。タイ政 府は閣議で署名を承認しているが、2015 年 3 月現在、日本とタイとは JCM に関する 二国間文書の署名は行っていない。これには政府関係者だけでなく、事業者、市民、 NPO など広く関係者の理解と賛同を得て行うものと思われる。

# 第2章 調査の方法

#### 2-1 調査の実施体制

調査実施にあたって、調査実施団体の体制と役割分担は以下の通りである。

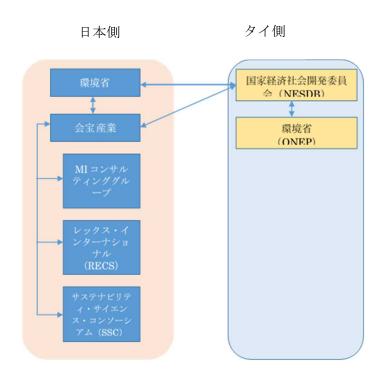


図 2-1 調査実施体制

表 2-1 調査実施にあたっての役割分担

団体の名称	役割	主な調査成果
会宝産業株式会社(以下会 宝産業)	調査統括	予備実験及び JCM 事業可能 性調査の実施
エム・アイ・コンサルティ ング株式会社(以下 MI)	ホスト国との折衝	母集団と現地パートナーの 選定
(株) レックス・インターナ ショナル(以下 RECS)	調査結果取りまとめ	タイにおける自動車産業、 中古車市場の現状調査
サステイナビリティ・サイ エンス・コンソーシアム(以 下 SSC)	MRV 方法論の開発・コベネ フィットに関する調査	実験手法の検討・MRV 方法論 の開発

調査手法の検討は、SSC の知見や、RECS、MI が収集した現地情報などを踏まえ、チーム全体で実施することとし、会宝産業本社で実施する各種検討作業にも RECS、MI からもスタッフが参加することとする。

更に、予備調査及び JCM 事業可能性調査の現地での準備は、MI が中心となって実

施し、実際の調査は、会宝産業、RECS、MI が協力して実施に当たることとする。

#### 2-2 現地でのサポート体制

現地での、現状調査、現地パートナーの選定調査等の調査活動が円滑に実施できるよう、会宝タイランドを核としてサポート体制を構築する。主たるサポート項目は以下の通り。

- 自動車産業、中古市場関係者の紹介、ヒアリングへの同行
- 予備調査、調査用車両やドライバーの確保
- 調査に必要な機器の内、現地調達分の手配
- 走行ルートの選定
- 国内での調査準備への参加
- 調査への参加

#### 2-3 業務の内容

業務の内容を以下に示す。

#### 2-3-1 タイにおける自動車産業、中古車市場の現状調査

タイにおける自動車産業、自動車リサイクル産業、中古車市場の現状調査を行い、 日本とタイの比較の上で、タイの特徴を把握する。

#### (1) 事前準備(国内作業)

過去にタイで行われた自動車リサイクル関連の調査報告書の基礎データをベースに、タイにおける中古車市場の動向等日本で得られる情報を参考に、自動車産業に係る関連データのアップデート、リサイクル関連の法規制や関連政府機関の役割や機能を把握する。

#### (2) 現地調査

自動車・部品リサイクルシステムに関する現地調査、資料収集を行い、以下の情報を整理し、現状、課題を分析する。日本での現状調査において整理した関連データと調査方針及びヒアリング先に基づいて現地で実態調査を行う。調査内容、項目は以下を想定する。

- 1) 中古車市場の概況調査
- 2) 自動車登録・抹消・車検制度及び税制度の実態調査
- 3) バンコク首都圏での旅客輸送/貨物輸送に使われる車両の実態調査
- 4) バンコク首都圏での中古車市場調査
- 5) 関連政府機関や業界団体の実態調査

#### (3) 国内整理期間

(1)及び(2)の活動で得られた情報の取りまとめ作業を行う。

#### 2-3-2 現地パートナーの選定

バンコク首都圏において、本調査及び将来のエンジン載せ替え事業の対象となり得る母集団(少なくとも 20 万 km 以上走行しているエンジンが使われている車両が大量に存在する集団)を抽出すると共に、その車両を所有し、エンジン載せ替え事業のパートナーとなり得る現地の企業/主体を選定する。

#### (1) 事前調査(国内作業)

- 1) 既存の関連資料・情報、データを整理、分析、検討する。
- 2) 現地で収集する必要がある資料・情報、データをリストアップする。
- 3) タイにおける、自動車部品リサイクル事業及びエンジン載せ替え事業に関 心の高い企業をリストアップし情報を取り纏める。
- (2) 現地調査(1週間から10日間の行程で3回の実施を想定)

国内作業でリストアップした企業へのヒアリング等を実施するとともに、以下を含む項目を調査する。

- 管轄官庁からの情報収集、実態調査、連携の可能性の検討
- 国内メーカーの情報収集、実態調査
- 現地パートナー候補の抽出
- 自動車利用状況調査に関する事前調整
- 事業実施における国際コンソーシアム組成の可能性等検討

#### (3) 国内整理期間

(1) 及び(2)の活動で得られた情報の取り纏め作業を行う。

#### 2-3-3 タイにおける自動車利用状況の調査

タイにおける自動車排出 CO2 の排出削減量を定量化、MRV 方法論を検討するための基礎情報として、バンコク市内及び近郊の高速道路を走行する自動車の燃料消費量・燃費効率等について、データ収集を行う。

#### 2-3-4 MRV 方法論およびコベネフィット計算手法の確定

#### (1) 現地調査

本事業における MRV の構築ならびにコベネフィットの定量的な計算を行うにあたっての現地調査を行う。具体的にはタイにおける交通事情を視察し、さらに、現地の関係者(たとえば、交通系の大学教員や環境関連団体)と協議を行う機会を持ち、コベ

ネフィットの項目や調査方法を検討する。

#### (2) MRV 方法論

#### 1) MRV 方法論の構築

実施した予備調査及び本調査の結果から、エンジン載せ替えによる CO2 削減効果を算出する手法(モデル)を構築する。

#### 2) MRV 妥当性の検討

MRV 実施のためのコストや、ホスト国における受容性、また、ビジネスモデル構築の観点から、提案する MRV 方法論の妥当性を検討する。

#### 3) MRV 方法論の確定

本調査対象のバンコク首都圏のみならず、今後の海外リサイクルビジネスを見据えた MRV 手法を確定する。

#### (3) コベネフィット計算手法

NOx, Sox, PM による大気汚染軽減、騒音と振動の軽減を想定したコベネフィットの計算手法を構築する。

#### (4) 学術的検証(評価会の実施)

上記で検討した MRV 方法論・コベネフィット計算手法等の案について、有識者等を 交えた評価会を開催し学術的見地から、有効性や妥当性の検証を行う。

#### 2-3-5 事業計画の策定

上記の調査結果と全体的な概念情報を踏まえ、課題を解決するために、より具体的な事業計画の内容を検討する。

本事業計画の策定に際しては、下記の項目を検討する。必要に応じて項目を追加する。

- 初期事業の内容・規模の整理
- 初期事業における MRV とコベネフィットの計算
- 事業体制の検討
- 現地企業設立の必要性確認
- 初期事業コストの見積
- 事業の経済・財務分析
- 事業実施の条件確認

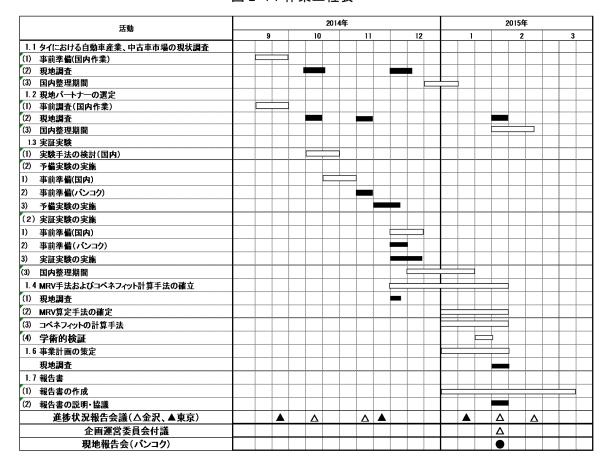
## 2-3-6 成果報告書の作成

上記の作業の成果を取りまとめた報告書(ドラフト、最終ドラフト、及び最終報告書)を作成する。

#### 2-4 調査の工程

作業工程を以下に示す。

図 2-4:作業工程表



# 第3章 タイにおける自動車産業、中古車利用状況の調査

#### 3-1 タイにおける自動車産業・中古車市場の概況

#### 3-1-1 自動車登録台数

2013年末のタイにおける自動車登録台数を表 3-1 に示す。この表より読み取れるタイの自動車産業の現状は以下の通りである。

表 3-1 自動車登録台数

項目		登録台数	%			
<b>坝</b> 口	全国	バンコク	他地域	全国	バンコク	他地域
1. 自動車法適用対象車両	33,520,175	8,047,392	25,472,783	100.0	24.0	76.0
1.1 6人乗りまでの乗用車	6,736,562	3,356,099	3,380,463	100.0	49.8	50.2
1.2 マイクロバス・ヴァン5(7人乗り以上)	430,188	216,080	214,108	100.0	50.2	49.8
1.3 ヴァン・ピックアップ	5,734,302	1,154,712	4,579,590	100.0	20.1	79.9
1.4 オート三輪	1,598	818	780	100.0	51.2	48.8
1.5 県間タクシー	3	0	3	100.0	0.0	100.0
1.6 都市タクシー	114,616	111,860	2,756	100.0	97.6	2.4
1.7 固定路線タクシー	3,180	2,669	511	100.0	83.9	16.1
1.8 オートバイタクシー(トゥクトゥク)	20,602	9,000	11,602	100.0	43.7	56.3
1.9 ホテルタクシー	2,913	680	2,233	100.0	23.3	76.7
1.10   旅行タクシー	1,706	1,040	666	100.0	61.0	39.0
1.11 レンタカー	77	68	9	100.0	88.3	11.7
1.12 オートバイ	19,853,157	3,066,088	16,787,069	100.0	15.4	84.6
1.13 トラクター	398,071	71,891	326,180	100.0	18.1	81.9
1.10 ロードローラー	11,256	3,270	7,986	100.0	29.1	70.9
1.10 農業用車両	97,111	4	97,107	100.0	0.0	100.0
1.10 トレーラー	3,000	1,737	1,263	100.0	57.9	42.1
1.10 公共オートバイ	111,833	51,376	60,457	100.0	45.9	54.1
2. 陸運法適用車両	1,104,231	169,467	934,764	100.0	15.3	84.7
2.1 バス	139,847	39,534	100,313	100.0	28.3	71.7
2.2.1 固定ルートバス	87,514	23,986	63,528	100.0	27.4	72.6
2.2.2 非固定ルートバス	40,843	12,421	28,422	100.0	30.4	69.6
2.2.3 私用バス	11,490	3,127	8,363	100.0	27.2	72.8
2.2 トラック	963,173	129,933	833,240	100.0	13.5	86.5
2.2.1 非固定ルートトラック	226,934	66,576	160,358	100.0	29.3	70.7
2.2.2 私用トラック	736,239	63,357	672,882	100.0	8.6	91.4
2.3 小型地方バス	1,211	0	1,211	100.0	0.0	100.0
総合計	34,624,406	8,216,859	26,407,547	100.0	23.7	76.3

#### 出所: Ministry of Land Transportホームページ

#### (1) 車種

車輌には車輌法 (Motor Vehicle Act: MVA) の適用される車種と陸運法(Land Transport Act: LTA)が適用される車種の二種類がある。MVA が適用される車種には、乗用車、ヴァン、オート三輪、タクシー、オートバイ、トラクターなどが含まれ、陸運法が適用される車種にはバス、トラックなどが含まれる。2013 年末のタイ全国での MVA による登録台数が 3,352 万台、また四輪自動車は全国で 1,304 万台、バンコクでは 485 万

台である。全車種のバンコクでの登録割合は、MVA 適用車種が 805 万台で全国の 24% を、陸運法適用車種が 16 万 9,500 台で 15%を占めている。

#### (2) 車種別構成

登録台数の車種別構成を見ると、タイ全国では第 1 位オートバイ(57%)、第 2 位 6 人乗りまでの乗用車 (20%)、第 3 位ヴァン・ピックアップ(17%)となっており、バンコクでは、第 1 位 6 人乗りまでの乗用車(41%)、第 2 位オートバイ (37%)、第 3 位ヴァン・ピックアップ(14%)となっている。バンコクでの乗用車の普及度が高いことがわかる。

#### 3-1-2 自動車普及率

タイと世界の自動車普及率を表 3-2 に示す。自動車の普及率は、タイ全国で見ると世界平均もしくは多少上回る水準である。首都バンコクは先進国並みもしくは上回る水準にある。

表 3 - 2 タイと世界の自動車の普及率(単位:台/人口千人)

国・地域	乗用車	全四輪車
タイ全国	102	197
バンコク	407	587
アメリカ	385	801
オーストラリア	560	704
イタリア	613	694
カナダ	595	623
スイス	553	607
フランス	497	600
日本	466	597
世界平均	110	158

出典:調査団取り纏め(社)日本自動車工業会 HP

#### 3-1-3 車種別登録台数

2008年から2013年にかけての全国の車種別登録台数の推移を表3-3に示す。この表により以下の傾向が読み取れる

2008 年から 2013 年にかけて、登録車両数は 2,642 万台から 3,462 万台へと 31%増加した。年平均では 5.6%の増加率に相当する。このなかで 6 人乗りまでの乗用車が77% (年率 12.1%) と増加幅が最も大きかった。特に 2011 年から 2012 年にかけての伸び率が、全車種で 7.6%、6 人乗りまでの乗用車が17.1%と際立って高かった。政府による新車購入促進策の結果と推測される。

表 3-3 全国の車種別登録台数の推移

項目	新規登録台数					伸び率(%/年)						
- 現日 	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008-09	2009-10	2010-11	2011-12	2012-13	2008-13
1. 自動車法適用対象車両	25,511,574	26,257,935	27,530,042	29,204,511	31,439,643	33,520,175	2.9	4.8	6.1	7.7	6.6	5.6
1.1 6人乗りまでの乗用車	3,809,082	4,078,547	4,496,828	5,001,442	5,856,454	6,736,562	7.1	10.3	11.2	17.1	15.0	12.1
1.2 マイクロバス・ヴァン5(7人乗り以上)	379,210	383,684	392,354	403,321	417,529	430,188	1.2	2.3	2.8	3.5	3.0	2.6
1.3 ヴァン・ピックアップ	4,552,284	4,696,897	4,894,655	5,137,564	5,437,988	5,734,302	3.2	4.2	5.0	5.8	5.4	4.7
1.4 オート三輪	1,326	1,381	1,414	1,435	1,477	1,598	4.1	2.4	1.5	2.9	8.2	3.8
1.5 県間タクシー	13	11	4	4	3	3	-15.4	-63.6	0.0	-25.0	0.0	-25.4
1.6 都市タクシー	84,785	90,999	97,477	103,391	109,281	114,616	7.3	7.1	6.1	5.7	4.9	6.2
1.7 固定路線タクシー	5,045	4,534	3,679	3,368	3,293	3,180	-10.1	-18.9	-8.5	-2.2	-3.4	-8.8
1.8 トゥクトゥク	21,939	21,615	21,310	21,018	20,716	20,602	-1.5	-1.4	-1.4	-1.4	-0.6	-1.2
1.9 ホテルタクシー	1,873	1,841	1,848	1,792	1,975	2,913	-1.7	0.4	-3.0	10.2	47.5	9.2
1.10 旅行タクシー	778	795	787	859	1,099	1,706	2.2	-1.0	9.1	27.9	55.2	17.0
1.11 レンタカー	100	85	74	76	88	77	-15.0	-12.9	2.7	15.8	-12.5	-5.1
1.12 オートバイ	16,264,404	16,549,307	17,156,712	18,018,066	19,023,751	19,853,157	1.8	3.7	5.0	5.6	4.4	4.1
1.13 トラクター	134,181	171,721	219,755	273,640	334,292	398,071	28.0	28.0	24.5	22.2	19.1	24.3
1.10 ロードローラー	9,438	9,759	10,057	10,487	10,872	11,256	3.4	3.1	4.3	3.7	3.5	3.6
1.10 農業用車両	84,534	87,628	87,857	91,135	94,551	97,111	3.7	0.3	3.7	3.7	2.7	2.8
1.10 トレーラー	1,724	1,987	2,129	2,510	2,800	3,000	15.3	7.1	17.9	11.6	7.1	11.7
1.10 公共オートバイ	160,858	157,144	143,102	134,403	123,474	111,833	-2.3	-8.9	-6.1	-8.1	-9.4	-7.0
2. 陸運法適用車両	905,779	925,802	954,787	990,426	1,037,334	1,104,231	2.2	3.1	3.7	4.7	6.4	4.0
2.1 バス	125,397	127,013	131,735	134,973	137,609	139,847	1.3	3.7	2.5	2.0	1.6	2.2
2.2.1 固定ルートバス	83,782	84,174	87,547	89,085	88,902	87,514	0.5	4.0	1.8	-0.2	-1.6	0.9
2.2.2 非固定ルートバス	31,375	32,270	33,346	34,824	37,467	40,843	2.9	3.3	4.4	7.6	9.0	5.4
2.2.3 私用バス	10,240	10,569	10,842	11,064	11,240	11,490	3.2	2.6	2.0	1.6	2.2	2.3
2.2 トラック	771,554	791,414	816,844	852,923	898,214	963,173	2.6	3.2	4.4	5.3	7.2	4.5
2.2.1 非固定ルートトラック	147,770	156,237	168,906	181,832	201,389	226,934	5.7	8.1	7.7	10.8	12.7	9.0
2.2.2 私用トラック	623,784	635,177	647,938	671,091	696,825	736,239	1.8	2.0	3.6	3.8	5.7	3.4
2.3 小型地方バス	8,828	7,375	6,208	2,530	1,511	1,211	-16.5	-15.8	-59.2	-40.3	-19.9	-32.8
総合計	26,417,353 27,183,737 28,484,829 30,194,937 32,476,977 34,624,406 2.9 4.8 6.0 7.6 6.6							5.6				

出所: Statistical Yearbook Thailand 2010, 2011, 2012, 2013, 2014

## 3-1-4 新規車両登録台数、登録抹消台数

タイにおける車種別新規車両登録台数を表 3-4 に、登録抹消台数の推計値を表 3-5 に示す。この表により以下の傾向が読み取れる。

表 3-4 車種別新規車両登録台数の推移

項目	新規登録台数						伸び率(%/年)					
模目	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008-09	2009-10	2010-11	2011-12	2012-13	2008-13
1. 自動車法適用対象車両	2,495,697	2,227,828	2,801,926	3,071,249	3,617,830	3,513,491	-10.7	25.8	9.6	17.8	-2.9	7.1
1.1 6人乗りまでの乗用車	329,290	309,150	465,738	541,681	894,183	923,899	-6.1	50.7	16.3	65.1	3.3	22.9
1.2 マイクロバス・ヴァン5(7人乗り以上)	21,329	16,842	23,568	24,962	28,122	25,249	-21.0	39.9	5.9	12.7	-10.2	3.4
1.3 ヴァン・ピックアップ	287,568	206,068	263,500	293,635	351,721	350,360	-28.3	27.9	11.4	19.8	-0.4	4.0
1.4 オート三輪	75		76	86	133	197	17.3	-13.6	13.2	54.7	48.1	21.3
1.5 県間タクシー	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-
1.6 都市タクシー	10,973	10,926	8,801	9,371	11,000	11,834	-0.4	-19.4	6.5	17.4	7.6	1.5
1.7 固定路線タクシー	1,089	119	90	102	98	84	-89.1	-24.4	13.3	-3.9	-14.3	-40.1
1.8 トゥクトゥク	247	181	186	193	213	235	-26.7	2.8	3.8	10.4	10.3	-1.0
1.9 ホテルタクシー	266	147	107	217	94	264	-44.7	-27.2	102.8	-56.7	180.9	-0.2
1.10 旅行タクシー	23	33	27	56	103	255	43.5	-18.2	107.4	83.9	147.6	61.8
1.11 レンタカー	5	0	3	4	33	6	-	-	33.3	725.0	-81.8	3.7
1.12 オートバイ	1,796,376		1,978,907		2,257,376		-8.9	21.0	7.9	5.8	-6.0	3.4
1.13 トラクター	42,248	42,254	54,395	59,412	67,890	73,624	0.0	28.7	9.2	14.3	8.4	11.7
1.10 ロードローラー	379	638	733	661	560	682	68.3	14.9	-9.8	-15.3	21.8	12.5
1.10 農業用車両	2,917	2,927	3,163	3,179	3,410	2,583	0.3	8.1	0.5	7.3	-24.3	-2.4
1.10 トレーラー	259	300	219	481	355	315	15.8	-27.0	119.6	-26.2	-11.3	4.0
1.10 公共オートバイ	2,653	2,348	2,413	2,832	2,539	1,927	-11.5	2.8	17.4	-10.3	-24.1	-6.2
2. 陸運法適用車両	66,247	64,213	78,787	88,603	105,509	120,331	-3.1	22.7	12.5	19.1	14.0	12.7
2.1 バス	10,934	9,930	14,225	11,199	11,542	11,785	-9.2	43.3	-21.3	3.1	2.1	1.5
2.2.1 固定ルートバス	5,922	6,118	10,122	6,708	5,524	4,603	3.3	65.4	-33.7	-17.7	-16.7	-4.9
2.2.2 非固定ルートバス	4,101	3,105	3,455	3,847	5,383	6,407	-24.3	11.3	11.3	39.9	19.0	9.3
2.2.3 私用バス	911	707	648	644	635	775	-22.4	-8.3	-0.6	-1.4	22.0	-3.2
2.2 トラック	55,050	54,013	64,299	77,219	93,935	108,529	-1.9	19.0	20.1	21.6	15.5	14.5
2.2.1 非固定ルートトラック	13,964	11,889	16,161	18,350	27,729	32,829	-14.9	35.9	13.5	51.1	18.4	18.6
2.2.2 私用トラック	41,086	42,124	48,138	58,869	66,206	75,700	2.5	14.3	22.3	12.5	14.3	13.0
2.3 小型地方バス	263	270	263	185	32	17	2.7	-2.6	-29.7	-82.7	-46.9	-42.2
総合計	2,561,944	2,292,041	2,880,713	3,159,852	3,723,339	3,633,822	-10.5	25.7	9.7	17.8	-2.4	7.2

出所: Statistical Yearbook Thailand 2010, 2011, 2012, 2013, 2014

			-₹ D		登鈕	录抹消数推計	十値	
			項目	2009	2010	2011	2012	2013
1.	自動耳	<b>基法適用</b>	対象車両	1,481,467	1,529,819	1,396,780	1,382,698	1,432,959
	1.1	6人乗り	までの乗用車	39,685	47,457	37,067	39,171	43,791
	1.2				14,898	13,995	13,914	12,590
	1.3	ヴァン・۱	ピックアップ	61,455	65,742	50,726	51,297	54,046
	1.4	オートヨ	<b>三輪</b>	33	43	65	91	76
	1.5	県間タク	<b>1シー</b>	2	7	0	1	0
	1.6	都市タク	<b>フシー</b>	4,712	2,323	3,457	5,110	6,499
	1.7	固定路線	線タクシー	630	945	413	173	197
	1.8	トゥクトゥ	<b>ゥク</b>	505	491	485	515	349
***************************************	1.9	ホテルタ	マクシー	179	100	273	-89	-674
	1.10	旅行タク	<b>フシー</b>	16	35	-16	-137	-352
***************************************	1.11	レンタカ		15	14	2	21	17
	1.12	1.12 オートバイ			1,371,502	1,273,023	1,251,691	1,292,571
	1.13	.13 トラクター		4,714	6,361	5,527	7,238	9,845
	1.10	ロードロ	ーラー	317	435	231	175	298
	1.10	農業用	車両	-167	2,934	-99	-6	23
	1.10	トレーラ	_	37	77	100	65	115
**************	1.10	公共才-	ートバイ	6,062	16,455	11,531	13,468	13,568
2.	陸運	· 去適用車		44,190	49,802	52,964	58,601	53,434
	2.1	バス		8,314	9,503	7,961	8,906	9,547
		2.2.1	固定ルートバス	5,726	6,749	5,170	5,707	5,991
***********************	***************************************	2.2.2	非固定ルートバス	2,210	2,379	2,369	2,740	3,031
***************************************	***************************************	2.2.3 私用バス		378	375	422	459	525
	2.2	トラック		34,153	38,869	41,140	48,644	43,570
***************************************	20x000000000000000	2.2.1	非固定ルートトラック	3,422	3,492	5,424	8,172	7,284
***************************************		2.2.2 私用トラック		30,731	35,377	35,716	40,472	36,286
	2.3	小型地	方バス	1,723	1,430	3,863	1,051	317
***************************************			総合計	1,525,657	1,579,621	1,449,744	1,441,299	1,486,393

表 3-5 車種別新規車両登録抹消台数の推移

注: 抹消数の計算 去年の登録台数+今年の新規登録台数-今年の登録台数 マイナスが現れる理由は不明

出所: Statistical Yearbook Thailand 2010, 2011, 2012, 2013, 2014

全車種合計の新規登録台数は、230 万台から 370 万台の間で推移し、年により増減がある。2012年の新規登録台数が 372 万台と最も多く、対前年比 17.8%の増加を示した。

2008 年から 2013 年にかけて、6 人乗りまでの乗用車の新規登録台数が 33 万台から 92 万台へと 2.8 倍 (年平均 22.9%) に達する増加を示した。

毎年の登録台数と新規登録台数から、毎年の登録抹消台数を推計した。全車種合計で、毎年 145 万台から 158 万台程度の車両登録が抹消されていると推計される。6 人乗りまでの乗用車の登録抹消台数は、現状では3万7千台から4万7千台程度である。

#### 3-2 タイにおけるタクシー業界の状況

本事業の母集団候補として可能性を検討したタクシー業界の現況を以下にまとめる。

#### 3-2-1 タクシーの登録台数

タクシーには自動車法が適用される。県間タクシー、都市タクシー、固定路線タクシー、トゥクトゥク、ホテルタクシー、旅行タクシーの6種類があり、2013年末での登録台数は以下のとおりである。

	全国		バンコッ		
種類					バンコクの
	登録台数	(比率)	登録台数	(比率)	比率(%)
県間タクシー	3	0%	0	0%	-
都市タクシー	114,616	80%	111,860	89%	97.6
固定路線タクシー	3,180	2%	2,669	2%	83.9
トゥクトゥク	20,602	14%	9,000	7%	43.7
ホテルタクシー	2,913	2%	680	1%	23.3
旅行タクシー	1,706	1%	1,040	1%	61
合計	143,020	100%	125,249	100%	87.6

表 3-6 タクシーの登録台数

タクシーの登録台数をみると、80%、89%と全国、バンコク共に、都市タクシーが高い比率を占める。都市タクシーの98%はバンコク登録の車両が占める。車種別登録台数の表 3-3 によると、全国での都市タクシーは2008年の8万4千台から2013年に11万5千台へと35%増加している。(年率では6.2%となる)。バンコクタクシーの年度別登録台数と登録抹消台数を表 3-7 に示す。タクシーの毎年の新規登録台数は、1万台前後である。

<u> </u>							
年	総登録台数	新規登録台数	登録抹消台数**				
2008	n.a	11,897	-				
2009	103,356	10,948	-				
2010	108,434	8,575	3,497				
2011	113,763	9,075	3,746				
2012	118,980	10,443	5,226				
2013	123,529	11,249	6,700				
	<i>c.</i> , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	- A = I					

表 3-7 タクシーの登録台数(バンコク)

\*urban taxi, fixed route taxi, tuk tuk, の合計

\*\* 去年の登録台数+今年の新規登録台数-今年の登録台数

出所: Statistical Yearbook Thailand 2010, 2011, 2012, 2013, 2014

#### 3-2-2 タクシーの制度

タクシーは新車購入後9年間タクシーとして使用(営業)可能である。中古車を使用してタクシー営業を行う場合、2年以内の走行期間のものであれば中古車による営業が可能である。走行期間2年の中古車で営業を開始した場合、残り7年間営業が可能である。

タクシー運転手資格としての年齢制限の上限はないが、下限は25歳である。視力検査など健康診断により適正が確保されなければ運転手としての資格が与えられない。

#### 3-2-3 タクシーの運行状況

タクシーの一日の走行距離は 300 キロ程度である。累計すると一月あたり 9,000 キロ、9 年間で 81 万キロに相当する。バンコク市内で数人のタクシー運転手からの聞き取り調査によると、この程度の長距離走行によるエンジンの支障はないとの事である。

バンコクのタクシーは車体の塗装により、営業形態が識別されている。車体が黄色 と緑色の混ざった塗装のタクシーは個人営業、それ以外の色(ピンク、青、黄、赤な ど)の塗装のタクシーは企業経営である。

タクシー運転手の収入は営業職や建築・土木関連職種に比べると比較的収入が高い とされており、地方出身の出稼ぎとしてバンコクのタクシー運転手になる者もいる。

ほとんどのタクシーは燃料を LPG で運行している。政策的には天然ガス自動車 (Natural Gas Vehicle: NGV) が推奨されているが、給油ステーションが少ないこと、補給に時間がかかることなどから普及が遅れている。

#### 3-3 タイにおける中古車市場の概況

タイにおける中古車市場の概況を以下に示す。

#### 3-3-1 中古車の登録状況

タイでは中古車販売業者による販売実績等のデータが存在しない。このため、当年に新規登録された車両を新車、それ以外を中古車と規定し、(全国車種別登録台数(2013年)から(車種別新規登録台数)を減じた車両台数を中古車の市場規模と推計した。2013年における登録中古車数は、全車種の場合が3,099万台で全登録台数の89%を占め、6人乗りまでの乗用車は581万台で全登録台数の86%を占めた。

2008 年以降の毎年の高い増加を反映して、6 人乗りまでの乗用車の中古車数は 348 万台から 581 万台へと 67%増加している (10.8%/年相当)。

項目	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008-13 伸び <b>率</b> (%/年)
全車種							
新規/総登録台数(%)	9.7	8.4	10.1	10.5	11.5	10.5	-
中古車台数(千台)	23,855	24,892	25,604	27,035	28,754	30,991	5.4
<u>6人乗りまでの乗用車</u>							
新規/総登録台数(%)	8.6	7.6	10.4	10.8	15.3	13.7	-
中古車台数(千台)	3,480	3,769	4,031	4,460	4,962	5,813	10.8
出所:表2-2と2-3							

表 3-8 中古車市場の規模

#### 3-3-2 中古車ディーラーの状況

中古車ディーラー一社から聞き取り調査を行い以下の情報を得た。

- タイ全国では、3,000 社ほどの中古車ディーラーがいる。タイでは販売会社が保有する車両ストック数で企業規模が分類されている、150 台/月以上が大手企業と分類されている。中堅企業は 50~100 台/月、50 台/月以下が小規模企業と分類されている。
- The Association of Used Cars (中古車協会) は 2013 年に設立された。この協会には タイの大手の中古車ディーラー約 200 社が加盟している。販売実績などの統計書 類は作成していない。
- The Association of Used Cars より、Siam Car Garden Co. Ltd. (以下 SCG 社と称す) 社を紹介され、面談を行った。
- SCG 社は、月間 80~110 台程度の中古車を販売している。車両ストックとして 650 台程度保有している。その内訳は、トヨタ車が 400 台程度である。バンコク郊外、三箇所に販売拠点を設けている。
- SCG で扱う車は、中古車は、登録3年から5年以内。また、走行は10万km以内を対象としている。また 車種は日本の車が80%程度。販売台数はトヨタ、ホンダ、いすず、日産、マツダの順である。ベンツ、BMW、VWも多少販売されているが、アメリカ車はほとんど販売されていない。
- SCG 社の顧客層は、個人が 70%、会社が 20%、レンタカー会社などが 10%である。近年ミャンマー、スリランカ、シンガポール、フィリピンの車輸入業者がトヨタの Hilux Vigo 車を購入目的で来タイするケースが多い。この車種はタイでの生産台数が世界一である。他の車種に関しては販売ニーズが少ない





- SCG 社では顧客から調達した車は、整備した後販売している。バンパー、タイヤなどの部品の交換が多く、エンジンはほとんど交換しない。
- 最近の傾向として、販売台数は減少している。これは、2012年の新車購入に対する現金払い戻し制度の影響による。この他、政治的混乱があったので消費者が買い控えをした、銀行の融資が厳しくなった、などの要因がある

ファーストカーバイヤー制度(新規自動車購入者に対する個別物品税の還付)

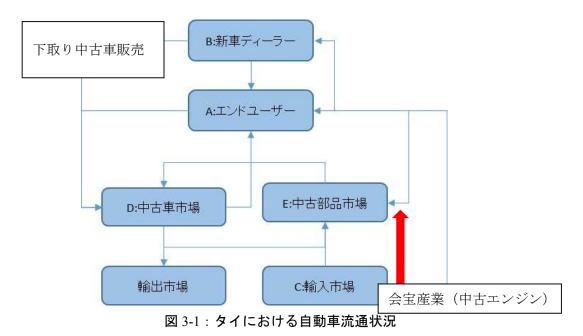
初めて車を購入する個人が、タイで生産される自動車で①エンジン排気量 1,500CC 以下の乗用車、②ピックアップトラック、③4ドアピックアップトラックのいずれかを購入する場合、個別物品税が最大 10 万バーツ (約 26 万円) 還付される制度。2012 年内の購入・予約で税還付請求が可能。80 万台分の自動車購入者が還付を申請した。

この優遇施策により、本来自動車を購入できない層が自動車ローンを利用した結果、支払いが 行えず引き揚げ車が増加した。それらが中古市場に流入し供給過多となり中古車価格が下落し た。(JETRO バンコクレポートより引用)

当事業で想定するエンジンの積み替えに対するニーズのある中古車は、 SCG 社が扱う中古車よりも使用年数・走行距離の長い中古車である可能性が高い。

#### 3-3-3 中古車の流通状況

タイにおける自動車の流通状況を下図に示す。



A:エンドユーザー:自動車を購入する消費者、エンドユーザー同士での中古車の個 人取引も行われている。

B:新車ディーラー:自動車メーカー・ブランド車の販売・整備を行う正規ディーラ

C:輸入市場(輸入業者):自動車を並行輸入する。会宝タイランドも、エンジンと部品 を輸入し、中古部品市場に販売している。

D:中古車市場(中古車販売店):中古車センター(通称テント)買い取り専門店はなく、 中古車の売買を主に行う業者。最近では、オークションにより取 引が行われている。オークションを運営しているのは、マンハイ ム、アップル、Union Auction、Siam Inter Auction の四社であ る。

下取り査定:査定は、新車及び中古車販売員が行っている。車両状態(程度)が良ければ下取りディーラーで再販するが、走行 15 万km以上と燃料のガソリンを天然ガス車に改造された車、メーター改ざん車、事故車などは中古車センター(通称テント)に転売されている。

#### 3-4 タイにおける運送業の状況

エンジン積み替えのニーズは、トラックの利用密度の高い運送業においても高いものと推察される。

#### 3-4-1 トラックの登録台数

トラックの新規登録台数は 2008 年から 2013 年にかけて 96%とほぼ倍増し (14.5%/年相当)、その結果新車の占める比率が 7%から 11%へと上昇した。2013 年のトラック中古車の登録台数は 85 万 5 千台であった。

項目	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2008-13 伸び <b>率</b> (%/年)
トラック							
新規/総登録台数(%)	7.1	6.8	7.9	9.1	10.5	11.3	-
中古車台数(千台)	717	737	753	776	804	855	3.6
出所:表2-2と2-3							-

表 3-9 トラック中古車の登録台数

#### 3-4-2 運送業におけるトラックの利用状況

運送業者社と面談を行い、以下の情報を得た。

団体名 Thai Transportation and Logistics Association (TTLA)の Kan 氏 (秘書、02-671-3620)、Nipat 氏 (085-074-2208)経由で、Blue and White 社 (以後 BW と略す)の Sirichai 氏を紹介し面談した。

BW 社は、ピックアップを含めて 500 台の車両を保有している。ピックアップトラックが 200 台程度、15 トンから 50 トンの大型トラックを 300 台保有している。

保有トラックは全て新車購入により調達している。いすず、日野のディーラーから購入している。

運行不能なるまで約5年から10年は使用している。車両により個体差があり、10年以上使う車両もある。現況では全車両の20%程度のエンジンを取り替えている。

大型トラックの走行距離は月当たり1万キロ走行している。(=120,000/年、1,200,000 キロ/10年に相当する。)

エンジンを含め日本からの中古部品を使用してトラックの修理を行う。タイには中 古部品を扱う部品店舗がランシット、バンナー等に多くあり、そこから中古部品を調 達するが品質が悪いことがある。できれば、日本から直接調達したい。

会社の修理部門はエンジンの問題部分を修理するのみである。エンジンの交換が最 善の方法であると考えている。

運行不能のトラックの処理においては、販売を試みるが、買い手と価格が折り合わず成立しないことがある。そういう時はトラックを解体して、他のトラックの部品として使用している。

BW は東部地区では最大の運送会社である。100%タイ資本。営業範囲はタイ全土を カバーするが、特にコラートなど東北地方に強い。顧客は、スーパー(大型店)、次い で地元のコンビニ。大手スーパーには直接配達するが、地元コンビニには配送センタ ーでの荷渡しとしている。

#### 3-5 タイの車検制度及び自動車登録制度

タイにおける車検制度及び自動車登録制度を以下にまとめる。

#### 3-5-1 車検制度

タイにおける車検制度、自動車登録制度は陸運局の管轄となっており、「車輌法」及び「陸運法」によって規定されている。乗用車及び商用車は「車輌法」によって、バスやトラック等の大型デイーゼル車輌は「陸運法」によって規定されている。定期検査で適合することがタイの公道を走る条件である。

乗用車は新車登録から 7 年を経過した車輌から年 1 回の車検が義務付けられる。7 年に満たない乗用車については、メーカー傘下のディーラーが定期的なメンテナンスを呼び掛けているが、車検は義務付けられてはいない。

商用車は新車登録を行った初年度から年1回の車検が義務付けられている。タクシーについては半年に1回と車検頻度が高く、車齢10年を経過するとタクシーとして

の利用が認められなくなる。このように厳しい規定が設けられているのは、バンコクだけで 10 万台以上のタクシーが在り、大気汚染などの環境影響や準公共的な役割を担っているからと考えられる。

バス・トラックなどの大型デイーゼル車輌は、商用車と同様に新車登録を行った初 年度から年1回の車検が義務付けられている。

検査は、乗用車/商用車については、陸運局が認可した民間車検場、バス・トラックは陸運局の検査場で行われる。検査項目は外回り、ブレーキ、サイドスリップ、スピードメーター、下回り、音量、排ガス(CO,HC)検査などである。検査料は車種にもよるが乗用車は200バーツとなっている。毎年の自動車登録の更新手続きの際に車検証の提示が求められており、自動車登録制度と連携している。

このように制度は整っているが運用実態は不明である。本調査で訪問した民間車検場は簡易な排ガス検査機器やサイドスリップ検査場が在るだけで日本のような各種検査装置はない。バンコクの大気汚染に対しては黒煙を吐いて走るバスのデイーゼル排ガスによるところが大きいと見られる。公共性が強く求められるバスに対して排ガス検査を徹底することで、古いバスが新型バスに切り替わると期待される。法律は公正に運用され、初めて大気汚染や交通の安全などの立法目的を実現するのであり、制度を整えただけでは不十分である。

#### 3-5-2 自動車登録制度

自動車登録制度は車検制度と同じく陸運局の管轄である。基本情報の新規登録が完了するとナンバープレートと登録証ステッカーが発行される。その後、一年毎に登録更新を行わねばならず、更新には①車輌税、②車検証の提示、③強制保険加入が必要になる。更新が完了すると、新しい登録ステッカーが交付され、このステッカーを表示することに依り、公道を走ることが許可される。

タイでは抹消登録制度もあり、車輌を輸出する場合、盗難等で紛失した場合、車輌の使用を中止する場合などである。車輌税を3年間滞納した場合は自動的に抹消登録が行われる。なお、車輌税は古い車輌には安くなる低減税となっている。





図 3-1:タイの車検場

# 第4章 MRV 方法論作成に関する調査

本章では、JCM 事業としての MRV 方法論作成に関する調査について述べる。まず 1 節では現地調査におけるプロジェクト実施効果の試算について詳述する。次に 2 節 において、MRV 方法論の案作成に沿って、調査方法論を構築し、また検討すべき事項 や可能性を考察する。

詳細は5章で述べるが、今回のJCM事業の対象として、使用車両が多く、勝つ走行 距離も長いタクシー業界が適切ではないかとの想定のもと、MRV方法論及びJCM事業化の検討を行った。今回の調査結果、タクシー業界は、総走行距離の長い車両を多く保有していること、また、タクシー車両は、バンコクにおける総登録台数及び新規登録台数の変移から、増加傾向にある事を把握した。タクシーを母集団としたJCM事業が成立すれば、CO2削減効果やそれに伴うメリットが見込めるだろうと考察した。

#### 4-1 MRV 方向論検討のための基礎調査

#### 4-1-1 目的

会宝産業が中古エンジンを手配し、RECS、MI が協力して現地にてモデル実証調査を実施した。

モデル実証調査では、バンコク首都圏にて実際に事業の可能性を検討することを目的とした。さらにバンコク首都圏のみならずタイ内及び周辺国における展開可能性の検討も視野に入れた。

#### 4-1-2 現地の概況

#### (1) 鉄道

バンコク都内にはバンコク高架鉄道 (Bangkok Skytrain: BTS) とバンコクメトロ (地下鉄 Mass Rapid Transit: MRT) があり、BTS は 4~8 分間隔で MRT は 3~5 分間隔で運行していた。BTS のいくつかの主要駅では駅改札とショッピングセンターが歩道橋でつながっており、日中も乗車人数は多かった。朝夕の通勤ラッシュは身動きが出来ない程の混雑であった。

#### (2) 道路状況

バンコク都内の主な交通手段は自動車で、帰宅ラッシュで毎日渋滞が発生していた。 実際に徒歩 40 分の距離をタクシーで移動したところ倍の時間を要した。利用したタクシーのうち1台はいかにも年季が入っていて振動がひどく車体内部からおかしな音が常にしていた。またいずれのタクシーも運転の仕方が非常に荒くエコドライブには程遠かった。このタクシーに代表される様な悪いコンディションで走行している自動車は多いと思われる。 道路の特徴として、広い主要交差点は交差点内の面積が広いが交通整理のための表示がなく秩序が見られなかった。二輪車は自動車の間を縫うように走り、さらには逆走も横行するし渋滞の程度は甚だしかった。



図 4-1:バンコク都内 渋滞の発生していない主要交差点



図 4-2:バンコク都内 渋滞発生時

#### 4-1-3 予備調査

予備調査は下記の日時に以下の仕様で行われた。

実施日時 : 2014/11/21(金)~22(土)

実施時間 : 8:00 ~ 20:00

計測回数 : 3 往復(6 回) / 日 (①8:00-10:30、②12:00-14:30、③16:00-19:30)

計測台数 : 4台

#### (1) 走行ルート

走行ルートは以下のルートを設定した。図 4-3 の走行ルートを示す。

走行ルート: バンコク市内 ⇔ アマタ ナコン (約70km)

- バンコク市内: ESSO (ラーマ 4 世通り & スクンヴィット 24 通りの交差点)
- アマタナコン: ESSO (タノン スクプラヤン通り沿い & ラットサモソン通り との交差点)

# (2) 参加ドライバーへの説明事項

参加ドライバーへ以下の事項を説明した。

- ・ 走行記録:シートに、スタート時刻、到着時刻、走行距離、給油量 をメモしてください
- ・ 走行前に、走行メーターをリセットしてください。
- 高速道路の領収書を必ずもらってください。
- · 給油燃料 : GASOHOL 91
- ・ 給油量: 走行の都度、満タン給油
- ・ 自動でカチッと止まったところまで。継足しはしないでください。
- 給油の際には、必ず領収書をもらってください。
- ・ 想定時間は、目安です。 スピードは、通常時と同様に、安全運転 でお願いします。

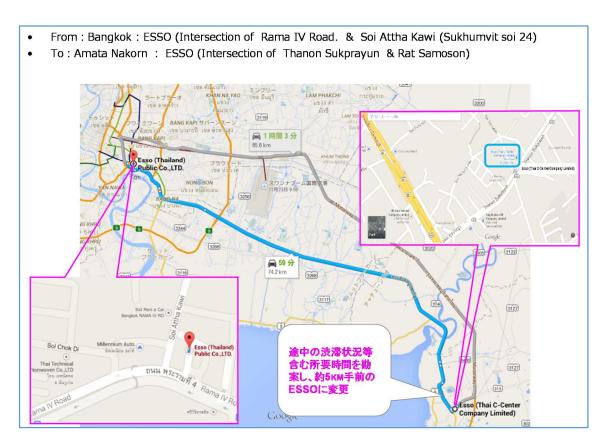


図 4-3:予備調査のルート

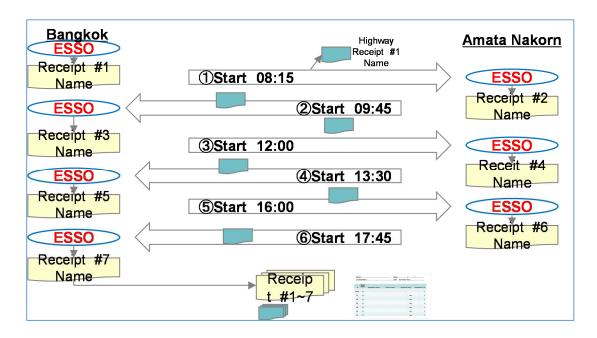


図 4-4:予備調査の流れ

Nam	<b>e</b> :		Date:	2014 / 11 /	
Curre	ent Meter	Car Purchase Year :	<u>.</u>		
С	Reset Meter ?	Departure Time	Arrival Time	Distance (km)	Gasohol 91 (ℓ)
	_	_	_	_	. •
1				. km	
2	_			. km	. •
3				. km	. e
4	_			. km	. e
<b>⑤</b>	_			. km	. e
6	_			. km	. e

図 4-5:予備調査の調査票

## (3) 対象車両とドライバー

対象としたのは4台のタクシーであり、比較的まだ新しいが走行距離が長い車両と 短い車両とした。またドライバー以外に一人同乗もしくは、土嚢(おもり)を搭載し 車両総重量を同じにした。

表 4-1:対象車両情報

		購入年	走行距離	エンジン	タイヤ タイヤの幅の呼 称(mm)/ 偏平率(%) リム径の呼称 (インチ)	搭 Day1	乗者 Day2
KANさん	5323	2006年	768,047KM	MT車、3 ZZ	185/70 R14	SOGA	SOGA
SARAWUT さん	5576	2012年	264,722км	AT車、1 ZR	195/65 R15	ポットさん	ポットさんx2
LAEさん	6613	2014年	89,000км	MT車、1 ZR	195/65 R15	土嚢	OTAKE
ANUKOOL さん	9783	2014年	33,357км	MT車、1 ZR	195/65 R15	土嚢	土嚢



図 4-4:予備調査中の各所の様子



### 4-1-4 予備調査の結果

次の表 4-2 に予備調査の結果を示す。上段の KAN さん SARAWUT さんの車が比較 的走行距離が大きな車両である。この結果をみると、特に走行距離が大きなエンジン を搭載していた KAN さんの走行による燃費に比較し、下段の新しい車両を使用して いる 2 名は 19%程度燃費がよいことがわかる。これより、エンジンの性能により燃費 の違いを測定できる可能性がみられた。

Mr.KAN 5323 (Mr.SARAWU) 走行距離 走行距離 出発時刻 到着時刻 所要時間 給油(ℓ) 出発時刻 到着時刻 所要時間 給油(ℓ) (km) (km) D1-(1) 8:10 9:39 1:29 68.4km 7.005 € 9.8km/ℓ D1-(1) 8:05 9:39 1:34 67.7km 7.829 € 8.6km/ & D D1-(2) 10:07 11:22 1:15 75.3km 6.601 € 11.4km/ℓ D1-2 10:08 11:28 1:20 74.5km 6.650 € 11.2km/ℓ D1-3 12:15 13:29 1:14 68.2km 6.363 € 10.7km/ℓ D1-3 12:15 13:32 1:17 67.6km 5.123 € 13.2km/ℓ D1-4 13:52 15:12 1:20 75.2km 6.139 € 12.2km/ℓ D1-4 13:50 15:10 1:20 74.6km 7.676 € 9.7km/ℓ D1-5 15:59 17:34 1:35 68.2km 5.828 € 11.7km/ℓ D1-5 16:00 17:32 1:32 67.6km 4.610 € 14.7km/ℓ 1 D1-6 18:19 1:47 75.2km 8.600 € 8.7km/ℓ D1-6 20:00 1:40 74.6km 7.672 ℓ 9.7km/ℓ 20:06 18:20 426.6km 40.536 € Day1 39.560 € 8:40 430.5km 8:43 10.8km/ℓ D2-1 9.4km/ℓ D2-1 8:09 9:07 0:58 68.2km 10.134 ℓ 6.7km/ℓ 8:09 9:20 1:11 67.6km 7.173 € D 1:22 10:09 11:35 10:14 11:36 1:26 D2-2 68.2km 6.389 € 10.7km/ℓ D2-2 74.4km 4.148 € 17.9km/ℓ 13:37 14:39 1:02 13:27 14:40 1:13 D2-3 69.2km 8.458 € 8.2km/ & D2-3 65.1km 7.824 8 8.3km/ l 15:46 D2-4 17:03 1:17 75.2km 6.419 8 11.7km/ℓ D2-4 15:45 17:01 1:16 74.5km 7.850 € 9.5km/ℓ 2 Day2 4:39 280.8km 31.400 ℓ 8.9km/ ℓ Day2 5:06 281.6km 26.995 € 10.4km/ℓ 13:19 13:49 Mr.LAE Mr. ANUKOOL 6613 走行距離 走行距離 # 出発時刻 到着時刻 所要時間 給油(ℓ) 燃費 # 出発時刻 到着時刻 所要時間 給油(ℓ) 燃費 (km) (km) D1-(1) 8:10 9:39 1:29 7.053 € 9.4km/ℓ D1-(1) 8:05 9:39 1:34 7.412 € 8.9km/ & 66.2km 66.1km 5.984 € 10:08 72.8km 6.143 € 11.9km/ℓ 10:08 1:19 72.7km 12.1km/ℓ D D1-(2) 11:27 1:19 D1-(2) 11:27 D1-3 12:15 66.2km 4.635 € 14.3km/ℓ D1-3 13:33 4.929 € 13.4km/ℓ 13:30 1:15 12:15 1:18 66.1km 72.7km 6.446 € D1-4 13:50 15:10 1:20 6.291 ℓ 11.6km/ℓ D1-4 13:50 15:23 1:33 72.2km 11.2km/ℓ 3.530 € D1-(5) 15:53 17:31 1:38 66.1km 4.298 € 15.4km/ℓ D1-(5) 15:53 17:30 1:37 66.0km 18.7km/ℓ 1 72.9km 6.752 € 72.8km 6.847 € D1-6 18:15 20:05 1:50 10.8km/ℓ D1-6 18:15 20:06 1:51 10.6km/ℓ 35.148 € Day1 8:51 416.9km 35.172 € 11.9km/ℓ Dav1 9:12 415.9km 11.8km/ℓ D2-(1) 8:09 9:07 0:58 66.1km 6.036 € 11.0km/ℓ D2-(1) 8:09 9:10 1:01 66.0km 6.228 € 10.6km/ℓ D D2-(2) 10:14 11:34 1:20 72.8km 5.038 € 14.5km/ℓ D2-2 10:09 11:35 1:26 76.8km 5.083 € 15.1km/ℓ D2-3 13:27 14:41 1:14 67.2km 6.221 € 10.8km/ℓ D2-3 13:27 14:43 1:16 67.1km 5.891 € 11.4km/ P D2-4 15:46 16:57 1:11 72.8km 7.434 8 9.8km/ℓ D2-4 15:45 17:03 1:18 72 9km 7.687 € 9.5km/ ℓ 2 Day2 4:43 278.9km 24.729ℓ 11.3km/ℓ Day2 5:01 282.8km 24.889 ℓ 11.4km/ℓ

表 4-2:予備調査の結果

本調査を実施後、満タン法の給油方法に関して以下のような配慮すべき点が明確になった。

- 自動でカチッと止まったところまで。継足しはしないでください
- ・ 実際には、満タンセンサーが正常に機能しないケースも多く、ぎりぎりまで補充して、目視による確認する
- ・ 給油のパイプの太さで給油速度が異なり、車体を揺らし具合によって、 給油量のブレは起る

表 4-3:予備調査における走行状況の記録

Point	Day Tim		AP	状況			Time	LAP		状況	5		Time	LAP		状況
	1						3			うろれていても		が暑い	(5)			
Bangkok ESSO	8:10						12:15						15:59		洗滞 パイ	ク多。交差点手前まで
<b>↓</b>	1	0	:14 i	市内を抜けるのにや	や渋滞		1	0:24	交差	<b>信点手前で渋</b> 済	带。		1	0:34	ほぼ動かな	
Intercection Rama IV Rd. & Sukhumvit	8:2	4					12:39						16:33			
kama IV ku. & Sukhumvit ↓	1	0	:12 5	Soi 101 あたりで渋	滞		Ţ	0:11					1	0:13		
Intercection		_														
Sukhumvit & Bang Na Trat Rd.	8:3	6					12:50						16:46			
1	1		:07				1	0:05	快調	B			Ţ	0:06	快調	
Highway IC	8:4			平均100-120km/	h 空进付		12:55						16:52		本調 亚州	匀120km/h。出口渋滞
<b>↓</b>	1	0		ース100-120km/ で渋滞	III T/EII	21	$\downarrow$	0:28	平均	100-120kn	n·h、治	を滞なし	1	0:32	で3分程度	
Highway IC	9:2		10	Elboo 1001 (1			13:23	0.00	14.00				17:24	0.40	/ エノブ川西 (日)	
Amata Nakorn ESSO	9:3		:18 -	平均80-100km/h	1		↓ 13:29	0:06	代書	ij			17:34	0:10	ほぼ順調	
	68.4	km 1:	:29			•	58.2km	1:14					68.2km	1:35		
Point	Tim	e L	AP	状況	8		Time	LAP		状況	3		Time	LAP		状況
Amata Nakorn ESSO	10:0	17					④ 13:52		さらに	こ暑い・・・			⑥ 18:19		すっかり暗く	(なりました。
↓ ↓	10.0		:10				↓	0.13	THE 2 PT	を入口手前で決	ıE SME		10.19	0:15	2か所渋滞	ポイントあり。工業地帯
			:10					0:13	向迷	と人口于削で	三元/市			0:15	から金曜夜	
Highway IC	10:1		1	順調。平均100-12	km/h، الله		14:05						18:34			
<b>↓</b>	Į.	0	.26	付近でタイヤがバース	ストしたばかり	00)	1	0:27		。平均100-		/h。出	Ţ	0:37	快調。中口	コで10分渋滞
Ψ		J	Š	軽トラックあり。事故	にも巻き込ま	n	V	0.27	口手	E前でやや渋滞	F			3.37	A/MAIO TTIP	
Highway IC	10:4	3		っ、かくがも分れている。			14:32						19:11			
-			.07	ith in				0.00						0.27	-L-21F-24F	
<b>↓</b>	1	0	:07	大調			1	0:06	1				1	0:27	大渋滞	
Intercection																
Sukhumvit & Bang Na Trat Rd.	10:5	0					14:38						19:38			
Nu.				Sukhumvit通りに	入ってから渋	滞			ナンフ	ナウィティ駅近	刀でやす	沙渋滞				
1	1	0		プンナウィティ駅まで。	橋を越える	≨	$\downarrow$	0:17		chumvit交差	点手前	र्क के ज	1	0:13	ほぼ渋滞せ	<b>보</b> ず
Intercection				前からやや渋滞					渋滞	P						
Rama IV Rd. & Sukhumvit	11:1						14:55						19:51			
↓ Bangkok ESSO	↓ 11:2		:11	やや渋滞			↓ 15:12	0:17	かか	渋滞、Goali	近は沿	記雑	20:07	0:16	快調	
Barigkok E330	11.2						13.12						20.07			
	<b>75.3</b> l Day2	km 1:	15			7	75.2km	1:20	1	71			75.2km	1:48	`	
Point	Time	LAP		状況	Time	LAP		状況		Time	LAP		状況		me LAP	状況
Bangkok ESSO	®:09				③ 13:27		ESSO⇒I	Lunch⇒;	スタート	8:09					3 :27	ESSO⇒Lunch⇒スタート
1	1	0:07	順調	ı	1	0:20	交差点手	前で渋滞		1	0:08	快調			↓ 0:2	0 交差点手前で渋滞。
Intercection Rama IV Rd. & Sukhumvit	8:16				13:47					8:17				13	:47	
1	↓	0:14	Ban	g Chak駅近辺でや	1	0:13	1			ı	0:13	Bang Cha 付近でする	ak駅/Udom S		↓ 0:1	2 プンナウィティ駅あたりから渋滞
Intercection		0.2.	や渋	滞。		0.20						1322	- Contra			
Sukhumvit & Bang Na Trat Rd.	8:30				14:00					8:30				13	:59	
1	1	0:05	快調	l.	1	0:06	快調				0:04	快調				5 快调
Highway IC	8:35 ↓	0.26	4±tm	l。120km/h平均	14:06	0.27	快調。1	.00-120	km/h	8:34	0.26	平均100-	120km·h、渋	# #	:04 ↓ 0:3	平均100-120km·h、渋滞 2 なし
Highway IC	9:01	0.20	L/ MS	120KIII/II-7-3	14:33	0.27	平均			9:02	0.20	なし			:36	なし
↓ Amata Nakorn ESSO	↓ 9:07	0:06			↓ 14:39	0:06	5			↓ 9:07	0:05	平均80-1	00km/h			5 快調
Amata Nakom Esso	68.2km	0.50			69.2km	4.47				66.1km	0.50				.2km 1:1	
- 40																
Point	Time ②	LAP			Time 4	LAP				Time ②	LAP		状況		me LAP	状況
Amata Nakorn ESSO	10:14		Uタ-	-ンポイントまで渋滞	15:46					10:14		高速下信	号折り返し地点		:46	
1	1	0:22		る。高速の入口で渋	1	0:13	3			1	0:20	で少し渋滞			↓ 0:1	1快調
Highway IC	10:36				15:59					10:34					:57	
1	Į.	0:26			1	0:30	平均10	0-110k	m/h	1	0:28	平均100-	120km·h、渋	帯	↓ 0:2	平均100-120km·h、渋滞 なし
							性けけれ	叫えめ)				180				160
Highway IC	11:02				16:29		やや渋滞	帯。 Sukh	umvi	11:02 it				16	:23	
Į.	1	0:05			1	0:08	通り入口	コで、バス 消火後)	後部步	炎	0:13	快調			0:0	7 快調
Intercection							渋滞あり									
Sukhumvit & Bang Na Trat	11:07				16:37					11:15				16	:30	
Rd.							快調。這	金中。パー	イク事業	to		Sukhumy	rit通りに入ってか	6		Skhumvit70付近で少し渋
1	1	0:19	toto;	渋滞	1	0:15	による渋		y upo D.	TX 1	0:09	渋滞プンナ で。	ウィティ駅手前ま		↓ 0:1	2 湯
1																
Intercection	11:26				16:52					11:24				16	:42	
Intercection Rama IV Rd. & Sukhumvit	1	0:10			1	0:11				1	0:10	ゴール付近	ノロノロ運転		↓ 0:1	5 ゴール付近ノロノロ運転
Intercection Rama IV Rd. & Sukhumvit													ノロノロ運転	16		

### 4-1-5 調査実施

### (1) 調查手法(PAS777)

今回の調査では、載せ替え前後のエンジンに対し、JRS および、PASS777 を測定しその数値を検討する手法を用いた。JRS は、会宝産業が中古自動車部品を流通させるにあたり開発した中古エンジンの品質規格のことである。また、PAS777 は JRS による中古エンジンの測定および測定方法の公開仕様書を示す。PAS777 に記載される内容は以下の通りである。本調査では、PAS777 指標が中古エンジンの劣化具合を測定する指標として使えるか、対象エンジンの PAS777 指標についても記載し検討した。

- 車両、部品に配分される固有識別番号
- 車両、エンジン型式詳細
- オイルレベル、損傷、欠品等情報
- コンプレッション計測数値、走行距離、エンジン状態のバランスを表すレーダーチャート
- 検査会社、検査担当者、検査日時
- 以上のデータを内蔵したバーコード

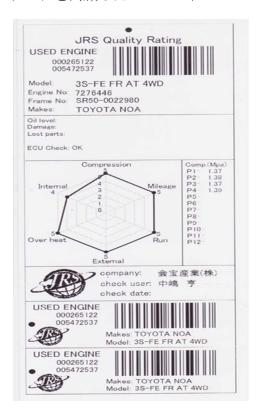


図 4-7: JRS タグ

### (2) 調査実施日時

載せ替え前の走行を2014年12月9日と12月10日の2日間、載せ替え後の走行を2014月12日16日と12月17日の2日間実施した。1日当たり2往復の走行で調査1回分とした。載せ替え前後ともに2日間、計2回ずつ測定した。往路の出発時間は午前10時と午後4時とした。

#### 対象車両とエンジン

表 4-6 に実証実験に使用した 5 台の自動車の概要を示す。本レポートでは、A 車~ E 車という統一した呼称を使用する。A~D 車はタクシー車両であり、E 車は自家用車である。A、B、D 車はマニュアル車であり、C 車はマニュアル車を AT 車に改造したもの、E 車は AT 車である。また、A、D、E 車は 1600cc、B、C 車は 1800cc のエンジンがもともと積まれている。B、C、D 車は既に 1 回エンジンの載せ替えを行っているが、総走行距離は分かっているが、載せ替え後の走行距離は不明である。

表 4-7 に、載せ替え後のエンジンの仕様と JRS/PAS777 の測定結果を示す。A 車だけは 1600cc のエンジンに対して、1800cc のエンジンを載せ替えているが、それ以外は同形式同排気量のエンジンに載せ替えている。また、A、B 車のみ自己故障診断 (On-board diagnostics: OBD) を搭載している。

### (3) 走行ルート

走行ルートを図 4-8 に示す。出発地点をバンコク、折り返し地点をパタヤとして、走行ルートは二地点の往復 2 回分とした。途中、高速道路約 85km を走行した。以下に各地点の詳細な位置を示す。

- 出発地点…バンコク市内ガソリンスタンド
- 住所: Soi Attha Kawi, Khwaeng Khlong Tan, Khet Khlong Toei, Krung Thep MahaNakhon 10110 Thailand
- 折り返し地点…パタヤ
- 住所: Motorway 7, Muang Patthaya, Amphoe Bang Lamung, Chang Wat Chon Buri 20150 Thailand



図 4-8:走行ルート

### (4) 計測方法

5 台の車両で隊列を組み、バンコクからパタヤまでを1日2往復した。往路で適当 量給油し、復路で満タンになるまで給油。1 往復ごとに所要時間、走行距離、燃料消 費量、そして OBD 端子搭載の場合は燃費、走行距離、CO2 排出量を計測した。

この行程を載せ替え前と載せ替え後で2日間ずつ、計4日間実施した。

計測データは以下の項目である。

- ガソリンスタンドの給油メーター:燃料消費量の計測
- OBD 端子: 燃費、燃料消費量、二酸化炭素排出量の計測
- タクシーメーター:走行距離、所要時間の計測



図 4-9 調査時の OBD 端子作動の様子

- (5) 調査実施にあたり下記の注意点を運転手に遵守させた。
  - 高速道路は110km/hを可能な限り維持して走行する
  - 一般道路は安全運転にて通常通り走行する
  - ガソリンスタンドの満タン給油は不正確のため、満タンの確認 は目視で行う
  - 載せ替え前後で調査曜日、時間を統一する

#### 4-1-6 調査結果と評価と考察

#### (1) 車体走行距離と燃費の相関

車体走行距離と燃費の相関を求めることができれば、走行距離から燃費の悪化程度が推定可能となるので、載せ替え対象車両の判定に利用できると考察した。また、車体走行距離は一般的に容易に取得できるデータであり、バンコク市内での載せ替え対象車両数や GHG 削減量の推計にも利用可能である。この仮定をもとに調査データの評価・考察を行った。

### (2) 走行データ

載せ替え前、後の走行データを表 4-8、表 4-9 に示す。幾つかの論点を以下に示す。

#### 1) 走行距離

本調査では、5台の自動車が隊列を組んで同一ルートを走行した。また、載せ替え前、載せ替え後それぞれについて、1日に同一のルートを2往復、2日間、計 4往復走行した。従って各車の各日の走行距離はほぼ同一になるはずである。しかし、図 4-11に示すように B車の走行メーターの読みは明らかに大きく、逆に C車の読みは小さい。ここでは、残りの A、D、E 車の平均を取り 554km を一

日の走行距離にする。本レポートの目的は燃費の比較であるので、同一のルートを走行した場合は燃料消費量だけで比較しても同じことなので、554kmという数字自体に大きな意味はない。

#### 2) Gasohol 95 の給油について

表 4-7 において、載せ替え前、2 日目の B 車においてガス欠が発生し、急遽 Gasohol 95 (ガソリン 95%、アルコール 5%) を給油した。表 4-8 を見る限り燃料 消費量に大きな違いがないので、この燃料の違いは無視することとする。

### 3) 燃料消費量

同様に、同一のルートを走行したのであるから、それぞれの車について各日の燃料消費量もほぼ同じになるはずである。ただし、燃料消費量は、走行速度、道路の混雑具合などで変化する。また、今回は満タン法で測定しているので、正しく給油できているかにも依存する。そこで、載せ替え前、後のそれぞれについて各車の燃料消費量の二日間での変化を図示したのが図 4-12 である。燃料消費量の変化は次式で求めた。

燃料消費量の変化(%) = (初日の燃料消費量 - 二日目の燃料消費量) / 二日間の燃料消費量の平均

図 4-12 に示す通り、大体の値が 5%以下であるが、E 車の載せ替え前(17.7%)、 載せ替え後(9.3%)、B 車の載せ替え後(34.2%)が高い。B 車の載せ替え後は明らか に異常値であり、同じルートを走行して 34.2%(約 20 リッター)も違うことは 考えられないので、載せ替え前の燃料消費量とほぼ同様の初日のデータは採用し、 二日目のデータは、給油に失敗したとして棄却することとした。

E車のデータも疑わしいが、これは採用するとして、誤差が約15%ありうるものとして以降の分析を行うものとする。

#### 4) 走行時間

総走行時間も載せ替え前の走行と後の走行では異なっている。その原因は、載せ替え前の走行実験を休日に実施したためである。載せ替え前の二日間の平均時間が8時間3分、載せ替え後のそれが8時間44分である。この時間差分アイドリングで燃料を消費したとも考えられる。アイドリングは1時間で多く見積もっても1リッターという説があるので、この分を加算した分析を行ってみる。

### (3) 載せ替え前後での燃費の比較

(2)節の考察に基づき、走行距離を 554km で統一して再計算した載せ替え前後の燃費の比較表を表 4-4 に示す。この表で、載せ替え後の「補正後燃費」は(2)節で述べたようにアイドリングによる燃料消費 1 リッター分を差し引いて計算した燃費である。

図 4-10 に載せ替え前後での燃費の比較を示す。薄青の三角形より上の部分にあるプロットは燃費が向上していることを示す(三角形に含まれているプロットは燃費が低

下している)。黒いプロットがアイドリングによる補正をしていない燃費を、赤いプロットが補正をしている燃費を示している。この図 4-10 から補正をした方が妥当だと考えられるので、以後、補正した燃費で議論を進める。この図 4-10 から、燃費はほぼ変わっていない、もしくは測定誤差の範囲内に入ってしまい、今回の実験ではエンジンの載せ替えによる燃費の変化は測定できなかったと結論づけられる。

表 4-4:補正後の燃費の比較表

1日の走行距離	554 km
---------	--------

<b>+</b>	車体	_	載せ替	え前		載せ替え	後
車	走行距離 (km)	日	燃料消費量(1)	燃費 (km/l)	燃料消費量(1)	燃費 (km/l)	補正後燃費 (km/l)
A車	720.000	D-1	41.2	13.5	40.15	13.8	14.2
A <del>T</del>	720,000	D-2	38.9	14.3	41.63	13.3	13.6
B車	350.000	D-1	63.1	8.8	62.30	8.9	9.0
D平	330,000	D-2	64.1	8.6	-	-	_
C車	250.000	D-1	45.7	12.1	46.72	11.9	12.1
0年	230,000	D-2	44.0	12.6	49.03	11.3	11.5
D車	400.000	D-1	42.4	13.1	44.39	12.5	12.8
D平	400,000	D-2	41.4	13.4	43.07	12.9	13.2
E車	270,000	D-1	43.3	12.8	43.63	12.7	13.0
上半	270,000	D-2	36.3	15.3	39.75	13.9	14.3

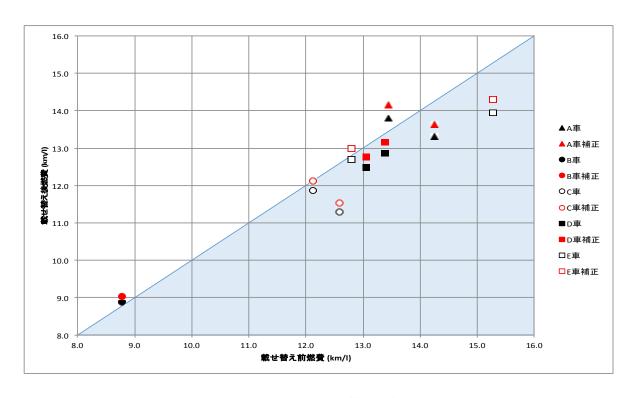


図 4-10:載せ替え前後の燃費の比較

図 4-13 に車体走行距離と燃費の関係を示す。定性的には、走行距離が増えるに従って燃費が悪化することが期待されるがこの図から読み取れない。1600cc である D、E 車については、距離が増えるに従って燃費が悪化する傾向が見て取れるが、E 車の燃費のばらつきの範囲内のため確からしさは低い。B 車の値が正常値だとすると 1800cc (B、C 車) において燃費の悪化傾向が見られるが、B 車の値が異常値だとすると、1800cc (A、C 車) においては走行距離が増えるに従って燃費も向上するという期待とは逆の傾向が見える。以上の様に、図 4-13 からは車体走行距離と燃費の関係は何とも言えない。

#### (4) 載せ替え後のエンジンにおける PAS777 と燃費の比較

PAS777 と載せ替え前後の燃費 (アイドリング補正後) の関係を下記の理由により分析した。

#### 1) 分析理由

PAS777 と燃費の相関が取れれば、タイの自動車のエンジンの PAS を測定することにより、そのエンジンが載せ替え対象か(エンジンの載せ替えによって燃費が向上するか)、また、載せ替えによって予想される燃費の向上を判定することができるので、本事業において有力な計測方法になりうると考えた。

### 2) 結果

図 4-14 に各車の載せ替え前後のエンジンの PAS777 の評価結果を示す。この図が示す通り、載せ替え前後の PAS777 値は Mileage に大きな違いが見られるがそれ以外の項目は5ないし4であり、大きな違いがない。載せ替え前のエンジンについてはもう少し程度の悪いものを選定すべきであったかもしれない。

このレーダーチャートの面積と燃費の関係を分析した結果を図 4-15 に示す。この図からは特段の相関、傾向は見いだせなかった。

最後に、PAS777の各軸と燃費の関係を図 4-16に示す。これらの図からは、PAS777の各軸と燃費の間には特段の相関については観察できなかった。ただ「Mileage」の図だけは、Mileage の指標 1~5 は燃費と相関が無いといえそうである。PAS777の各軸は 1~5 の非連続的な順序得点であり、定量的な燃費との相関を取るには無理がある。むしろ、PAS777は基本的なエンジン性能を測る手段であり、今回の実験では、載せ替え前の自動車に関しては 1 台を除きタクシーを対象としたためメンテナンス状態が良く、Mileage(走行距離)以外の成績が良く、載せ替え前後で PAS777の評価に違いが出なかった、また、載せ替え後のエンジンに関しては PAS777の評価を優秀な成績でクリアしたエンジンを集めて実験したため、差がつかないと考えられる。

### (5) 結論

「タイにおける自動車排出 CO2 を削減する為の日本製中古エンジン導入促進事業」のなかで、2014 年 12 月 8 日~22 日にタイ・バンコクで実施された調査結果について分析した。調査に使用した車両は、実際に業務に使われているタクシー車両 4 台と自家用車であり、整備レベル、改造度合いなどに個体差が大きく、その影響が現れた調査結果となった。まず、2 節で対象車両のデータを示した後、(2)節で走行距離、燃料消費量のデータを比較し、それらの補正方法を検討した。この補正方法に基づき、(3)節で載せ替え前後の燃費を比較した。自動車の燃費をエンジンの性能で決まる部分(エンジン燃費)と残りのエンジン以外の車体で決まる部分(車体燃費)に分けるとすると、載せ替えによるエンジン燃費の向上が車両全体に現れるには至らなかった。さらに、(4)節で、載せ替え後の燃費と PAS777 の評価値との関係を分析した。その結果、PAS777 は基本的なエンジ性能を測る手段であり、今回の実験では、PAS777 の評価を優秀な成績でクリアしたエンジンを集めて実験したため、差がつかなかった。

以上、自動車の燃費は、エンジン性能以外にも影響因子はあるが、基本はエンジン性能である。今回の実験では、本来、メンテナンスの程度の悪い走行距離の長い高年式車両を選択すべきところを、調査期間の制約も有り、サンプル車両候補の選定が十分に行えなかったため、走行距離は長いが、手入れが行き届いており、年式もそれほど古くないタクシー車両での評価を行うこととなり、エンジン性能差を定量化できるだけの情報を得ることはできなかった。しかし、サンプル車両運転手からは、走行状態の改善が見られたとのコメントもあり、走行条件設定の改善等により、エンジン載せ替えの効果を定量化できる可能性については示唆をえることができた。

### (6) 考察

1) エンジンの経年劣化と燃費について

今回、エンジンの劣化は自動車の燃費悪化の原因の一つであるというのが今回の仮説であった。今回の調査では、この仮説を検証できるデータは取得できなかったが、エンジンの経年劣化と自動車の燃費との関係についての考察を以下にまとめる。

#### エンジン経年劣化に関して

- ・ 燃費悪化の原因は回転系のパーツが錆や摩耗により滑らかでなくなることやエンジンの吸気、排気パーツに汚れが付着したり詰まったりすることと考えられる。
  - (回転パーツとは具体的にタイヤ、ブレーキローター、ハブベアリング、ドライブシャフトなど、吸気、排気パーツとはエアクリーナー、スロットルバルブ、排気管などである)
- エンジンには個人ではメンテナンスが不可能なパーツが含まれる。

- ・ オイル交換、メンテナンスなどを行わないこともエンジン劣化の原因である。その結果ピストンリングが摩耗し、ガス (CO2,HC) 漏れが生じる。症状として廃圧が高くなり、エンジンパワーが低下する。
- ・ 劣化したエンジンは、コンプレッション(シリンダー内圧)が低下し、内部の燃焼 効率も落ちてくる。燃焼効率が落ちればエンジンの出力も低下する。
- ・ エンジンが劣化すると、次の3点に違いがみられるといえる。①故障のリスク② 不完全燃焼による排出ガスの違い③トルク低下。中でも、トルクの低下によって、 同じ加速度で走った場合、当然悪いエンジンの場合は、回転数を高くして出力を キープしながら走らなければならない。

#### 自動車の燃費に関して

- ・ どのような自動車も初期燃費を維持することは出来ない
- · 車体の走行距離が増加するに従って燃費が悪化すると考えることができる。
- ・ パーツのメンテナンスを定期的に行わない場合は、より一層の燃費悪化が見込まれる。
- ・ 劣化したエンジンに、初期と同様な加速性能、巡航性能を求めようとすれば出力 の低下したエンジンではより高回転且つ低速ギアを使用しなければならなくなる ため、燃料消費量は増大する傾向にある。
- ・ この場合にクランクの回転数は上がり、燃料噴出量が多くなり、結果的に燃費に 影響することが予測される。
- ・ エンジン効率とは、1 馬力(エンジンの仕事率)当たりの燃料消費量のことである。
- ・ 燃料消費率が最も少なくなるクランク回転数はガソリンエンジンの場合 200g/psh ~260g/psh となり、この数字が少ない方が低燃費ということになる。
- ・ 燃費 (km/ℓ) は、エンジン単体の燃料消費率 (g/kwh)、変速機変速比、走行抵抗 によって決まる。

次に今回測定した PAS777 の項目からは、燃費に関してコンプレッション、オーバーヒート、マイレージの 3 項目が関係している。したがって、載せ替え前のエンジンの PAS777 評価のこの 3 項目のデータからその状態を推測することが必要となる。 さらには、PAS777 評価におけるエンジンの劣化としては、毎年の燃費よりも故障のリスクや使用寿命についての推測によりあてはまりそうな指標である。そのため、プロジェクト 1 0 年間を通じて時系列的な分析、特に載せ替えタイミング等を考慮したライフサイクル的な分析を実施する際に、故障するリスクやエンジン寿命を示す確率係数として活用することができると推測する。

特に、タイでは7年経過後に年一度の車検制度があるが、自動車のリサイクル制度

が整っておらず、使えなくなるまで走行するという考えが浸透している。したがって調査前には街中を走行する自動車には燃費 8km/L 程度の車が相当数あるものと見込まれていた。今回の調査ではモニタリングに協力してくれるドライバーということで、意識が高くメンテナンスが行き届いている車両が対象となったが、市内にはまだまだメンテナンスの行き届いていない車が数多く存在しているので、そのような車体のタイ市場での規模を特定することで、エンジン載せ替え事業における GHG 削減効果を見積もることも考えられる。

#### 2) 燃費に影響を及ぼす他の要因について

燃費に影響を及ぼす要因については、車両重量や搭載荷物料、運転の仕方も要因となると言われている。しかしながら、タイでは道路状況も悪く、運転方法については日頃から安全運転といいがたい状況があった。そこで、本事業によってエンジンを載せ替えかつ、メンテナンスやモニタリングによって運転者との情報ラインができることを活用して、これらの燃費を向上させる要因の存在や、エコドライブ方法を教授し、それらにもインセンティブをつけ、かつモニタリングによって、その結果を定量的に把握することができれば、より効果的な GHG 排出削減策となると同時に、技術だけではない、日本的な環境配慮行動をパッケージとしてアジア諸国に導入するきっかけとなることが期待できる。

### 3) 燃費測定方法についての課題

エンジン載せ替えによる燃費改善効果を、できるだけ少ない誤差で測定できる環境を整えることにより、JCM事業の対象範囲も広がり、有効なGHG削減策として報告することができると考えられる。そのため燃費測定方法について得た考察を示した。

### <ガソリン・GASHOLE 等の場合>

給油ノズル形状と自動車給油口との適合性が悪い場合等に、オートストップセンサーが正常に作動しないケースがあった。また、現地にて予備調査をした際に、特に古い車の場合、給油の管が細い(もしくは曲がっている)等の理由から、給油速度が著しく遅くなる車も存在した。さらに、充填機からの給油速度よりも、車のタンクまでの管を通過する速度が遅い場合に、実際には満タンではないにも関わらず、一時的にセンサーが満タンたんとみなして停止するケースがあった。加えて、ガソリンスタンドによって地面の傾斜が違う(厳密には、同じガソリンスタンドでも給油する場所によっても傾斜が違う)ため、同じ場所で、同じ人が給油する必要がある。さらには、ガソリンは温度によって膨張収縮するので、季節や気温による差異も考えられる。

#### <OBD の場合>

OBD II からの信号は、インジェクター(燃料噴出装置)からの一回の燃料噴出量の 総和となる。インジェクターは、アクセル開度、空気の流入量、回転数等で制御され ている。これはコンピューター内に MAP sensor<sup>5</sup>が有り、上記どの場所でどの位の燃料を噴出すれば良いかが決められているということなので、出てくる信号からモニターに表示される燃費はかなり正確なものとなる。現在多くの車に純正採用されて、メーター内で表示されているため、今後の適用可能性は高い。特に OBD II からの情報として、「同じ条件で走れたかどうか」を取得できれば、GPS 等で計測する区間の速度とあわせて、「同じ加速度、違うアクセル開度、違う回転域で走った」事が測定できれば、燃費との関係を詳細に分析することが可能となる。

#### 4) エンジン載せ替え効果と炭素価格による効果検証

エンジンを載せ替えることで燃費の改善が仮定できるとして、どの程度の効果があるかを検証する。まずはモデル実証調査から燃費が 12.4km/l から 12.6km/l へと 1.6% 改善することが測定できるとして、その改善効果をみる。炭素価格はトン CO2 あたり 1 万円程度でも良いとして仮定し、排出係数は、報告測定の基準値である 2.32kgCO2/L を用いた。また、現地調査から年間走行距離は 2 万キロとし、エンジンを少なくとも 30 万キロを使うという観点から、日本で 13 万キロほど走行したエンジンが、さらに バンコクで 20 万キロ使用されるとして、10 年間改善効果が出ると仮定した。また、載せ替え実施年が後になるほど燃費は改善すると考えられるが、載せ替え前後ともに 改善するとして、燃費改善効果は 10 年間変化がないものとする。

これらの仮定のもと、一台あたりの効果を算定したものを以下に示す。表 4-5 より、対象者一台の 10 年間での二酸化炭素削減量は  $587 kg CO_2$  であり、炭素価格にすると 5874 円になる。

ただし、タクシーが一日 500km 走っているというデータからは、対象車両によって走行距離が年間 10 万キロとなることが考えられる。その場合に同様にプロジェクト期間を 10 年間として計算すると、炭素価格価値は 2 万 9 千円となる。 しかし、この場合は、途中でさらに載せ替えを 1-2 回実施することが必要である。

- 45 -

 $<sup>^5</sup>$  マップセンサーとは (MAP) とは Manifold Absolute Pressure の略で、エンジンの吸気負圧を検知するセンサー。ジェトロ式のインジェクションシステムを採用するエンジンでは、検知した負圧(バキューム)を電気信号としてECUに送り、そこから吸入空気量を推定してエンジンの空燃費を最適にコントロールする。

#### 年間 2 万 km 走行の場合

燃料の使用に関する排出係数(ガソリン) 炭素価格

2.32 kgCO2/L

改善効果

10000 円/tCO2 10 円/kgCO2

1kmあたり排出量 載せ替え前エンジンの燃費

0.187 kgCO2/km 12.4 km/l

取替え年数 10 年

載せ替え後エンジンの燃費

0.184 kgCO2/km 12.6 km/l

燃費改善効果 走行距離/年 削減量/年

削減量の炭素価格価値/年

> 削減量/10年 削減量の炭素価格価値/10年 587.432 kgCO2 5.874 円

しかし、これだけでは、各台のエンジン載せ替え価格を負担するのは難しそうである。ここで、燃費改善によってガソリン消費量が削減する効果を組み込む。2014年の対のガソリン価格は1リットル約 40 バーツであったので、130[円/L]を削減効果として価値をみると、10 年間でのガソリン削減量は 2155 リットル、ガソリン代の削減費は 16万5千円となる。ガソリン代は変動が大きいが、これを炭素価格とあわせると載せ替え費用を賄える額だと考えられる。このため、本プロジェクトの経済的な価値は、1.6%の燃費改善効果であっても実施可能となるかもしれない。

そこで、炭素価格のみでエンジン載せ替え費用分の二酸化炭素削減分の燃費改善を実施するとして、エンジン載せ替え費用を7万5千円として、同様の仮定で計算する。また、タクシー等の走行距離は10万kmとすると、燃費改善効果4.2%で、0.5km/lの改善が必要となり、一般車等の年間平均走行距離2万kmの車両を想定すると燃費改善25%で、3.1km/lの燃費改善が望まれる。ただし、タクシーの走行距離は大きいので追加でエンジン載せ替えが発生する。プロジェクト期間中の対象タクシー車両はリースのようにして、詳細なデータをモニタリングするインセンティブとして、状況に応じて数回の載せ替えを同一価格内で実施するような仕組みとしてもよいかもしれない。これは、前述の通り、エンジン交換とともに燃費への影響が期待されているメンテナンスや運転方法(エコドライブ)をあわせて促進することで、実施可能な値となることが予想される。

バンコク市内のタクシーは 11 万台というデータから、10 年間でその 5%がエンジンを載せ替えるとし、毎年 100 台ずつ導入車両が増えると考えた際の効果を試算した。この表をみると 10 年間の累計では削減量は 4 千百トン CO<sub>2</sub> となり、炭素価値にしても、4 千百万円となることが試算された。このことから、本事業は対象とする乗用車一台という単位が小さく測定が困難であるが、GHG 削減ポテンシャルとその経済性については実施可能性がみられた。

表 4-5: 実施効果試算 (燃費改善 4.2%)

実施年数	載せを		削減量の 炭素価格 価値[千円]
1	10	00 75	750
2	2 20	00 150	1,500
3	30	00 225	5 2,250
4	40	00 300	3,000
5	5 50	00 375	3,750
6	60	00 450	4,500
7	7 70	00 525	5,250
3	80	00 600	6,000
9	90	00 675	6,750
10	100	00 750	7,500
合計	550	00 4,125	5 41,250

(プロジェクト期間を10年間とする)

表 4-6:調査車両の情報

車	マーク	車種 ID 運転手名 AT/MT	年式	取得年 エンジン 載替回数 型番	走行距離 [km] (as of 2014/12/9)	排気量[cc] エンジン 型番	燃料 タンク容量 [L]	タイヤ 種類	載替後 エンジン 型	載替 エンジン 走行距離 [km]
		TOYOTA 5323		2004		1600cc		14/185/70	1800cc	
A	•	Kan MT	2004	MR053ZEC10 7113266	720,000	3ZZ- 4547153	54	615	1ZZ- 1291996	139,000
_		TOYOTA 8093		2003		1800cc		15/185/55	1800cc	
В	•	Kin MT	2003	MR053ZEC10 7026936	350,000	1ZZ- 0842911	54	584	1ZZ- Z015519	139,000
		TOYOTA 3361		2005		1800cc		17/205/45	1800cc	
С	0	Lex MT→AT	2005	MR053107137 048	250,000	1ZZ- 0900527	54	616	1ZZ- 1078350	97,000
		TOYOTA 436		2005		1600cc			1600cc	
D	•	Phat MT	2005	2回目 MR053ZEC10 7118560	400,000	4A-L833128	54	17/205/45	4A- M476932	180,000
		TOYOTA 2659		1996		1600cc			1600cc	
E		Nong AT	1996	初回 AE111- 9502110	270,000	4A-L104738	40	14/175/65	1ZZ- 1078350 1600cc 4A- M476932	156,000

表 4-7: 載せ替えエンジン情報

A車							
車輌型式	車台番号		車名	メーカー	年式	走行距離	
ZNE10	2	509	ウィッシュ	トヨタ	200	3 139,000 km	
エンジン型式	エンジン詳細		駆動1	TM	駆動2	エンジン状態	エンジン状態詳細
1ZZ-FE	CVTPLASTIC-INTAKEecuharnessfuse		FF	AT	2WD		
エアバッグ個数	生産区分		エンジンNo	DG	受託済		
E2 M P2			1291996	G			
生産元入庫番号							
31895	5						
ページTOPへ							
■エンジン情報							
エンジン型式	エンジン詳細		エンジン 状態	ランク	走行距離		
1ZZ-FE	CVTPLASTIC-INTAKEecuharnessfuse			С	139,000 km		
標準コンプレッション値	1.30 MPa						
P1	1.42 MPa		P2	1.39 MPa			
P3	1.41 MPa		P4	1.38 MPa			
P5			P6				
P7			P8				
P9			P10				
P11			P12				
始動状態	5 始動良好						
腐食	4 10%程度の腐食						
オーバーヒート	5 良好						
スラッジ	5 良好						
オイルレベル	OK						
損傷箇所							
欠損部品							
ページTOPへ							
■JRS評価							
Complession	Mileage		Run	External	Over heat	Internal	
	5	4	5		4	5	5

B車							
車輌型式	車台番号		車名	メーカー	年式		走行距離
ZCT10	5	3564	オーパ	トヨタ		2005	139,000 km
エンジン型式	エンジン詳細		駆動1	TM	駆動2		エンジン状態
1ZZ-FE	PLASTIC-INTAKE fullharness		FF	AT	2WD		
エアバッグ個数	生産区分		エンジンNo	DG	受託済		
E2 M P2			Z015519	G			
生産元入庫番号							
321105	5						
■エンジン情報							
エンジン型式	エンジン詳細		エンジン状態	ランク	走行距	離	
1ZZ-FE	PLASTIC-INTAKE fullharness			Α	139,000	) km	
標準コンプレッション値	1.30 MPa						
P1	1.39 MPa		P2	1.46 MPa			
P3	1.46 MPa		P4	1.46 MPa			
P5			P6				
P7			P8				
P9			P10				
P11			P12				
冶動状態	5 始動良好						
腐食	5 10%未満の腐食						
オーバーヒート	5 良好						
スラッジ	5 良好						
オイルレベル	ОК						
損傷箇所							
欠損部品							
ページTOPへ	_						
■JRS評価							
Complession	Mileage		Run	External	Over h	eat	Internal
!	5	4	5	5	5	5	

C車							
車輌型式	車台番号		車名	メーカー	年式	走行距離	
ZCT10	<del>中</del> 口田 7	37371	オーパ	トヨタ		97.000 km	
エンジン型式	エンジン詳細	0.01.	駆動1	TM	駆動2		エンジン状態詳細
1ZZ-FE	PLA-INTAKE ecu		FF	AT	2WD	1	
エアバッグ個数	生産区分		エンジンNo	DG	受託済	-	
E2 M P2			1078350	) G			
生産元入庫番号							
3142	91						
ページTOPへ							
■エンジン情報							
エンジン型式	エンジン詳細		エンジン状態	ランク	走行距離		
1ZZ-FE	PLA-INTAKE ecu		1	Α	97,000 km		
標準コンプレッション値	1.30 MPa						
P1	1.36 MPa		P2	1.35 MPa			
P3	1.39 MPa		P4	1.33 MPa			
P5			P6				
P7			P8				
P9			P10				
P11			P12				
始動状態	5 始動良好						
腐食	5 10%未満の腐食						
オーバーヒート	5 良好						
スラッジ	5 良好						
オイルレベル	ОК						
損傷箇所							
欠損部品							
ページTOPへ							
■JRS評価							
Complession	Mileage		Run	External	Over heat	Internal	
	5	5	5 5	5	5 5	5	

D車								
車輌型式	車台番号		車名	メーカー	年式		走行距離	
AE111		6108418	スパシオ	トヨタ		1999	180,000 km	
エンジン型式	エンジン詳細		駆動1	TM	駆動2		エンジン状態	エンジン状態詳
4A-FE	DIST ecu harness		FF	AT	2WD			
エアバッグ個数	生産区分		エンジンNo	DG	受託済			
E2 M P2			M476932	G				
生産元入庫番号								
32134	18							
■エンジン情報								
エンジン型式	エンジン詳細		エンジン状態	ランク	走行距離	<b>É</b>		
4A-FE	DIST ecu harness			В	180,000	km		
標準コンプレッション値	1.30 MPa							
P1	1.37 MPa		P2	1.32 MPa				
P3	1.38 MPa		P4	1.42 MPa				
P5			P6					
P7			P8					
P9			P10					
P11			P12					
始動状態	5 始動良好							
腐食	5 10%未満の腐食							
オーバーヒート	5 良好							
スラッジ	5 良好							
オイルレベル	ОК							
損傷箇所								
欠損部品								
ページTOPへ	_							
■JRS評価								
Complession	Mileage		Run	External	Over hea	at	Internal	
	4	3	5	5	5	5	5	

E車	_								1
	車台番号			_	4	年式		走行距離 ▼	
AE111		0775	スパシオ	トヨタ			1998	156,000 km	
エンジン型式	エンジン詳細		駆動1	TM		駆動2		エンジン状態	エンジン状態詳終
4A-FE	DIST ecu harness fuse		FF	AT		2WD			
エアバッグ個数	生産区分		エンジンNo	DG		受託済			
E2 M P2			M319904	G					
生産元入庫番号									
31925	4								
■エンジン情報									
エンジン型式	エンジン詳細		エンジン状態			走行距离			
4A-FE	DIST ecu harness fuse			CD		156,000	km		
標準コンプレッション値	1.30 MPa								
P1	1.34 MPa		P2	1.37 MPa					
P3	1.37 MPa		P4	1.33 MPa					
P5			P6						
P7			P8						
P9			P10						
P11			P12						
始動状態	5 始動良好								
腐食	4 10%程度の腐食								
オーバーヒート	5 良好								
スラッジ	4 スラッジがあるがキャップ底面確認できる								
オイルレベル	ОК								
損傷箇所									
欠損部品									
ページTOPへ	_								
■JRS評価									
Complession	Mileage		Run	External		Over he	at	Internal	

表 4-8:載せ替え前の走行記録

/車	実験期間(載	せ替え前)20	14/12/09-1	12/10									5323
					(	OBD (On-board	diagnostics)			タクシーメーター			
#	出発時刻	到着時刻	所要時間	走行距離 (km)	燃費 (KPL AVG)	CO2排出量 (G/L AVG)	Fuel Used (Litter)	SP	走行距離 (Km)	料金(バーツ)	所要時間	給油(0)	燃費
D1-①	9:55	11:54	1:59	153.8km	-	-	-	-	-	-	-		-
D1-2	12:45	14:43	1:58	124.8km	-	-	-	-	-	-	-	16.4790	-
D1-3	15:23	17:35	2:12	153.7km	-	-	-	-	-	-	-		-
D1-4	18:16	20:19	2:03	124.9km	-	-	-	-	-	-	-	24.6910	-
Day1			8:12	557 <b>.</b> 2km								41.1700	13.5km/
D2-①	11:08	13:21	2:13	153 <b>.</b> 7km		-	-	-	154.2km	1,209	2:15		-
D2-2	14:04	15:54	1:50	124.9km	14.6	-	-	-	125.1km	931	1:40	10.000@	-
D2-3	16:20	18:38	2:18	153.7km	13.5	-	-	=	154.2km	1,203	2:18		-
D2-4	19:15	20:52	1:37	124 <b>.</b> 9km	14.3	-	-	=	125.3km	933	1:36	28.865₽	-
Day2			7:58	557.2km								₹ 38.8650	14.3km/
otal			16:10	1114.4km								80.0350	13.9km/
車	実験期間(載	せ替え前)20	14/12/09-1	12/10									809
					OBD (On-board diagnostics)		タクシーメーター						
#	出発時刻	到着時刻	所要時間	走行距離 (km)	燃費	CO2排出量	Fuel Used	CD	走行距離	41人(バーツ)	元西吐恩	給油 (Q)	燃費

B車	実験期間(載	せ替え前)20	14/12/09-1	12/10									8093
					(	OBD (On-board	diagnostics)			タクシーメーター			
#	出発時刻	到着時刻	所要時間	走行距離 (km)	燃費 (KPL AVG)	CO2排出量 (G/L AVG)	Fuel Used (Litter)	SP	走行距離 (Km)	料金(バーツ)	所要時間	給油(ℓ)	燃費
D1-①	9:55	11:55	2:00	162 <b>.</b> 0km	8.5	-	-	-	-	-	-		-
D1-2	12:47	14:46	1:59	133 <b>.</b> 0km	9.3	-	-	-	-	1,013	-	20.0000	-
D1-3	15:23	17:35	2:12	163.0km	9.6	-	-	-	-	1,277	-		-
D1- <b>④</b>	18:17	20:21	2:04	132 <b>.</b> 0km	8.7	-	-	-	-	1,013	-	43.1180	-
Day1		_	8:15	590 <b>.</b> 0km								63.1180	9.3km/@
D2-①	11:06	13:26	2:20	162 <b>.</b> 8km	9.2	-	-	-	163.1km	1,283	-		-
D2-②	14:11	15:54	1:43	132 <b>.</b> 0km	9.4	-	-	-	132 <b>.</b> 5km	997	-	11.0000	-
D2-3	16:19	18:40	2:21	162 <b>.</b> 6km	9.3	-	-	=	163.1km	1,277	-	10.0000	-
D2- <b>④</b>	19:14	21:04	1:50	132 <b>.</b> 3km		-	-	-			-	43.1400	-
Day2			8:14	589 <b>.</b> 7km								64.1400	9.2km/ℚ
Total			16:29	1179.7km								127.2580	9.3km/@
													Gasohol 95を給油

平成 26 年度アジアの低炭素社会実現のための JCM 大規模案件形成可能性調査

### タイにおける自動車排出 CO2 を削減するための日本製中古エンジン導入促進事業

C車	実験期間(載	せ替え前)20	14/12/09-1	2/10									3361
						OBD (On-board	diagnostics)			タクシーメーター			
#	出発時刻	到着時刻	所要時間	走行距離 (km)	燃費 (KPL AVG)	CO2排出量 (G/L AVG)	Fuel Used (Litter)	SP	走行距離 (Km)	料金(バーツ)	所要時間	給油(Q)	燃費
D1-①	9:55	11:53	1:58	143.9km	-	=	-	=			-		-
D1-2	12:51	14:40	1:49	116.9km	-	-	-	-	117 <b>.</b> 0km	891	-	20.000@	-
D1-3	15:20	17:29	2:09	144 <b>.</b> 0km	_	-	-	-	144 <b>.</b> 0km	1,113	-		-
D1- <b>④</b>	18:15	20:17	2:02	116 <b>.</b> 9km	-	-	-	-	117 <b>.</b> 0km	879	-	25.6780	-
Day1			7:58	521 <b>.</b> 7km					778.0km	2,883		45.6780	11.4km/0
D2-①	11:03	13:22	2:19	143.8km	-	-	-	-	144.0km	1,123	-		-
D2-2	14:13	15:51	1:38	116.8km	-	-	-	-	117.0km	865	-	10.000@	-
D2-3	16:19	18:39	2:20	144.0km	-	-	-	-	145.0km	1,121	-		-
D2- <b>④</b>	19:12	20:47	1:35	116.9km	-	=	-	-	117.0km	859	-	34.0010	-
Day2			7:52	521 <b>.</b> 5km					523 <b>.</b> 0km	3,968		44.0010	11.9km/@
Total			15:50	1043.2km					902 <b>.</b> 0km	6,813		89.6790	11.6km/@

D車	実験期間(載	せ替え前)20	14/12/09-1	12/10									436
						OBD (On-board	diagnostics)			タクシーメーター			
#	出発時刻	到着時刻	所要時間	走行距離 (km)	燃費 (KPL AVG)	CO2排出量 (G/L AVG)	Fuel Used (Litter)	SP	走行距離 (Km)	料金(バーツ)	所要時間	給油(0)	燃費
D1-①	9:55	11:59	2:04	153 <b>.</b> 0km	-	=	-	-	-		-		-
D1-2	12:51	14:42	1:51	125 <b>.</b> 0km	-	=	-	-	-	949	-	20.0000	-
D1-3	15:21	17:29	2:08	153 <b>.</b> 0km	-	=	-	-	-	1,177	-		-
D1-4	18:17	20:20	2:03	124 <b>.</b> 0km	-	-	-	=	-	945	-	22.4470	-
Day1			8:06	555 <b>.</b> 0km								42.4470	13.1km/@
D2-①	11:06	13:24	2:18	153 <b>.</b> 0km	-	-	-	-	-	1,177	-		-
D2-2	14:14	15:54	1:40	126 <b>.</b> 0km	-	-	-	=	-	927	-	10.0000	-
D2-3	16:20	18:39	2:19	153 <b>.</b> 0km	-	-	-	=	-	1,197	-		-
D2- <b>④</b>	19:15	20:47	1:32	126 <b>.</b> 0km	-	-	-	-	-	921	-	31.3940	-
Day2		_	7:49	558 <b>.</b> 0km								41.3940	13.5km/@
Total			15:55	1113.0km								83.8410	13.3km/@

# 平成 26 年度アジアの低炭素社会実現のための JCM 大規模案件形成可能性調査 タイにおける自動車排出 CO2 を削減するための日本製中古エンジン導入促進事業

E車	実験期間(載	せ替え前)20	14/12/09-1	2/10									2659
						OBD (On-board	diagnostics)			タクシーメーター			
#	出発時刻	到着時刻	所要時間	走行距離 (km)	燃費 (KPL AVG)	CO2排出量 (G/L AVG)	Fuel Used (Litter)	SP	走行距離 (Km)	料金(バーツ)	所要時間	給油(ℓ)	燃費
D1-①	9:55	11:59	2:04	152 <b>.</b> 0km	-	-	-	=	=	-	-		-
D1-②	12:51	14:46	1:55	124 <b>.</b> 0km	-	-	-	-	-	-	-	20.0000	-
D1-3	15:21	17:29	2:08	152 <b>.</b> 0km	-	-	-	=	-	-	-		-
D1- <b>④</b>	18:16	20:18	2:02	124 <b>.</b> 0km	-	-	-	=	-	-	-	23.307₽	-
Day1			8:09	552 <b>.</b> 0km								43.3070	12.7km/@
D2-①	11:03	13:21	2:18	151.0km	-	-	-	-	-	-	-		-
D2-②	14:11	15:56	1:45	123 <b>.</b> 0km	-	-	-	-	-	-	-	10.000@	-
D2-3	16:19	18:39	2:20	152 <b>.</b> 0km	-	-	-	-	-	-	-		-
D2- <b>④</b>	19:12	20:50	1:38	123 <b>.</b> 0km	-	-	-	-	-	-	-	26.2580	-
Day2			8:01	549 <b>.</b> 0km								36.2580	15.1km/@
Total			16:10	1101 <b>.</b> 0km								79.5650	14.0km/@

表 4-9:載せ替え後の走行記録

A車	実験期間(載	せ替え後)20	14/12/16-	12/17							5323
#	出発時刻	到着時刻	所要時間	走行距離 (km)	OBD 燃費 (KPL AVG)	OBD CO2排出量 (G/L AVG)	OBD Fuel Used (Litter)	タクシーメーター 料金(バーツ)	タクシーメーター 距離	給油 (Q)	燃費
D1-①	9:43	11:58	2:15	153.7km	13.2	180.4	11.6	1,205.0	154.2km		-
D1-2	12:41	14:57	2:16	124.3km	12.5	226.6	10.0	943.0	125.2km	16.000₽	-
D1-3	15:31	17:43	2:12	153.3km	13.7	173.2	11.2	1,199.0	154.1km		-
D1- <b>④</b>	18:15	20:18	2:03	124 <b>.</b> 9km	13.0	200.4	9.6	957.0	125.3km	24.1470	-
Day1			8:46	556.2km						40.1470	13.9km/@
D2-①	10:34	12:49	2:15	153.7km	13.2	189.8	11.5	1,207.0	154.2km		-
D2-2	13:25	15:31	2:06	124.5km	12.3	222.1	10.1	961.0	125.2km	10.000@	-
D2-3	15:48	18:22	2:34	153.7km	13.6	184.1	10.8	1,225.0	154.2km		-
D2- <b>④</b>	18:53	20:41	1:48	124 <b>.</b> 9km	12.7	204.2	9.8	949.0	125.3km	31.6320	-
Day2			8:43	556.8km						41.6320	13.4km/@
Total			17:29	1113.0km						81.7790	13.6km/@

B車	実験期間(載	せ替え後)20	14/12/16-1	12/17							8093
#	出発時刻	到着時刻	所要時間	走行距離 (km)	OBD 燃費 (KPL AVG)	OBD CO2排出量 (G/L AVG)	OBD Fuel Used (Litter)	タクシーメーター 料金	タクシーメーター 距離	給油 (0)	燃費
D1-①	9:43	11:58	2:15	162.8km	12.2	201.6	9.6	1,279.0	163.3km		-
D1-2	12:40	14:58	2:18	132.2km	10.4	312.8	11.7	1,009.0	132.6km	20.0000	-
D1-3	15:30	17:44	2:14	162.8km	11.3	189.7	13.4	1,277.0	163.3km		-
D1-4	18:14	20:19	2:05	132.0km	11.4	289.1	11.3	1,021.0	132.7km	42.3040	-
Day1			8:52	589.8km						62.3040	9.5km/@
D2-①	10:34	12:50	2:16	162.8km	12.0	193.0	?	1,285.0	163.3km		-
D2-2	13:25	15:23	1:58	132.2km	11.3	264.2	11.0	1,001.0	131.3km	10.000@	-
D2-3	15:49	18:23	2:34	162.8km	11.2	201.4	13.5	1,303.0	163.3km		-
D2- <b>④</b>	18:53	20:42	1:49	132.2km	11.6	258.3	?	1,013.0	132.7km	34.1190	-
Day2			8:37	590.0km						44.1190	13.4km/@
Total			17:29	1179.8km						106.423	11.8km/@

C車	実験期間(載	せ替え後)20	14/12/16-1	2/17									3361
						OBD (On-board	diagnostics)			タクシーメーター			
#	出発時刻	到着時刻	所要時間	走行距離 (km)	燃費 (KPL AVG)	CO2排出量 (G/L AVG)	Fuel Used (Litter)	SP	走行距離 (Km)	料金(バーツ)	所要時間	給油 (0)	燃費
D1-①	9:42	11:58	2:16	144.0km	-	-	-	-	144.4km	1,127	2:15		-
D1-2	12:38	14:57	2:19	116 <b>.</b> 9km	-	-	-	-	117.2km	871	1:58	20.0000	-
D1-3	15:29	17:43	2:14	144 <b>.</b> 0km	-	-	-	-	144 <b>.</b> 4km	1,117	2:13		-
D1-4	18:15	20:12	1:57	117 <b>.</b> 0km	-	-	-	-	117.4km	887	1:55	26.7150	-
Day1			8:46	521 <b>.</b> 9km								46.7150	11.2km/@
D2-①	10:34	12:49	2:15	144.0km	-	-	-	-	144.5km	1,121	2:15		-
D2-②	13:24	15:26	2:02	116.9km	-	=	-	-	117.3km	889	1:40	10.000@	=
D2-3	15:49	18:22	2:33	144 <b>.</b> 0km	-	=	-	-	144 <b>.</b> 5km	1,137	2:18		-
D2- <b>④</b>	18:50	20:37	1:47	117 <b>.</b> 0km	-	=	-	-	117.4km	877	1:36	39.0250	-
Day2			8:37	521 <b>.</b> 9km								49.0250	10.6km/@
Total			17:23	1043.8km								95.7400	10.9km/@

# 平成 26 年度アジアの低炭素社会実現のための JCM 大規模案件形成可能性調査 タイにおける自動車排出 CO2 を削減するための日本製中古エンジン導入促進事業

D車	実験期間(載	せ替え後)20	14/12/16-1	2/17									436
						OBD (On-board	diagnostics)			タクシーメーター			
#	出発時刻	到着時刻	所要時間	走行距離 (km)	燃費 (KPL AVG)	CO2排出量 (G/L AVG)	Fuel Used (Litter)	SP	走行距離 (Km)	料金(バーツ)	所要時間	給油(0)	燃費
D1-①	9:43	11:59	2:16	153 <b>.</b> 0km	-	-	-	-	-	1,191	-		-
D1-②	12:41	14:59	2:18	124 <b>.</b> 0km	-	-	-	=	-	939	-	20.0000	-
D1-3	15:31	17:44	2:13	153 <b>.</b> 0km	-	-	-	=	-	1,193	-		-
D1- <b>④</b>	18:14	20:20	2:06	124 <b>.</b> 0km	-	-	-	=	-	955	-	24.3910	-
Day1		_	8:53	554 <b>.</b> 0km								44.3910	12.5km/@
D2-①	10:34	12:50	2:16	152 <b>.</b> 5km	-	-	-	-	-	1,191	-		-
D2-②	13:25	15:29	2:04	124 <b>.</b> 0km	-	-	-	=	-	949	-	10.000@	-
D2-3	15:50	18:22	2:32	152 <b>.</b> 9km	-	-	-	-	=	1,211	-		-
D2- <b>④</b>	18:54	20:41	1:47	124 <b>.</b> 2km	-	-	-	=	-	941	-	33.0660	-
Day2			8:39	553 <b>.</b> 6km								43.0660	12.9km/@
Total			17:32	1107 <b>.</b> 6km								87 <b>.</b> 457₽	12.7km/@

E車	実験期間(載	せ替え後)20	14/12/09-1	12/10									2659
						OBD (On-board	diagnostics)			タクシーメーター			
#	出発時刻	到着時刻	所要時間	走行距離 (km)	燃費 (KPL AVG)	CO2排出量 (G/L AVG)	Fuel Used (Litter)	SP	走行距離 (Km)	料金(バーツ)	所要時間	給油 (ℓ)	燃費
D1-①	9:43	11:58	2:15	152 <b>.</b> 2km	-	=	-	-	-	-	-		-
D1-2	12:40	14:58	2:18	123 <b>.</b> 0km	-	-	-	-	-	-	-	20.000@	-
D1-3	15:31	17:43	2:12	152 <b>.</b> 3km	-	-	-	-	-	-	-		-
D1- <b>④</b>	18:15	20:18	2:03	123 <b>.</b> 0km	-	-	-	-	-	-	-	23.6330	-
Day1			8:48	550 <b>.</b> 5km								43.6330	12.6km/@
D2-①	10:34	12:49	2:15	151.5km	-	-	-	-	-	-	-		-
D2-@	13:23	15:30	2:07	122.1km	-	-	-	-	-	-	-	10.000@	-
D2-3	15:49	18:22	2:33	151 <b>.</b> 4km	-	-	-	-	-	-	-		-
D2- <b>④</b>	18:50	20:40	1:50	122.1km	-	-	-	-	-	-	-	29.7500	-
Day2			8:45	547.1km								39.7500	13.8km/@
Total			17:33	1097 <b>.</b> 6km								83.3830	13.2km/@

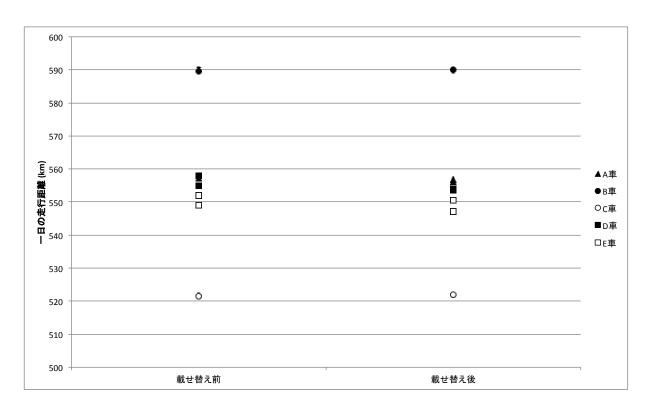


図 4-11:一日の走行距離の分布

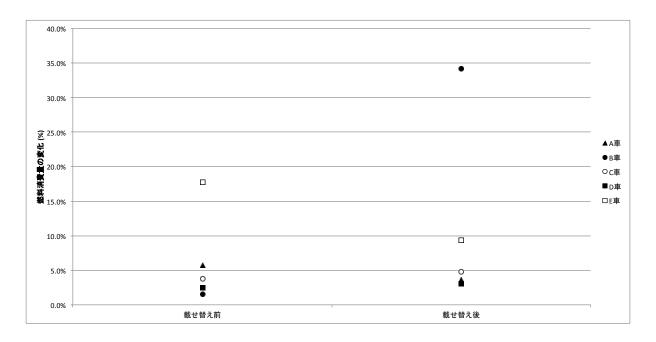


図 4-12:燃料消費量の変化

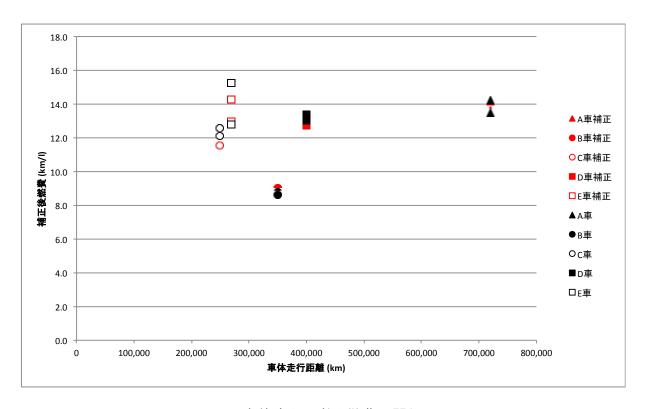


図 4-13:車体走行距離と燃費の関係

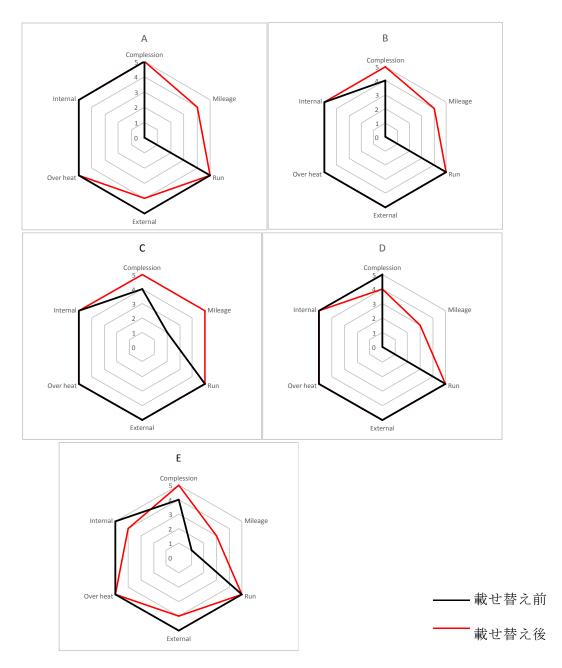


図 4-14:各車の JRS/PAS777 の測定値

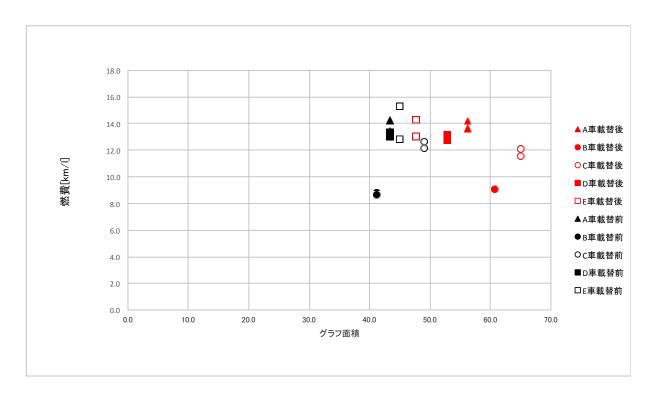
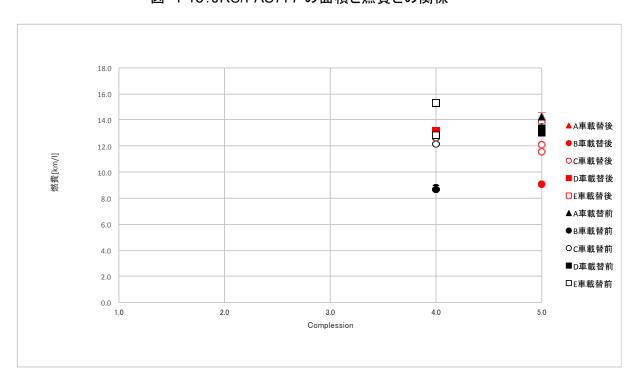
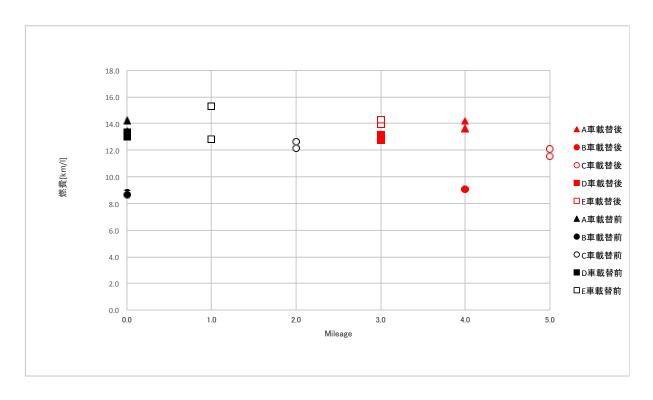
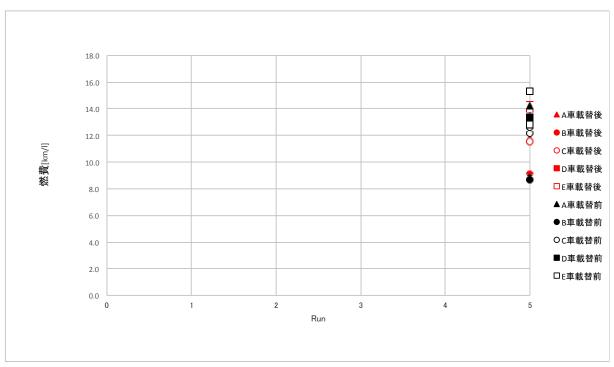
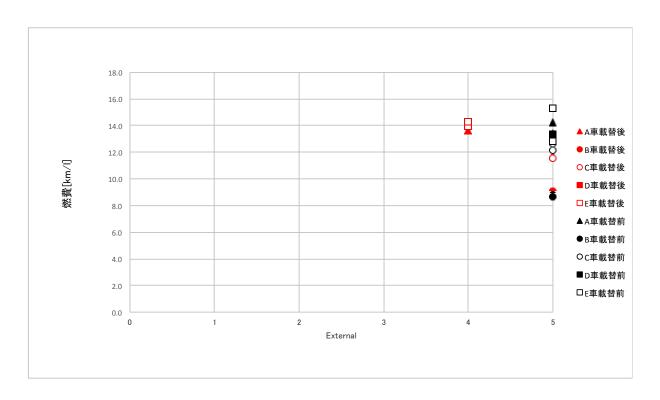


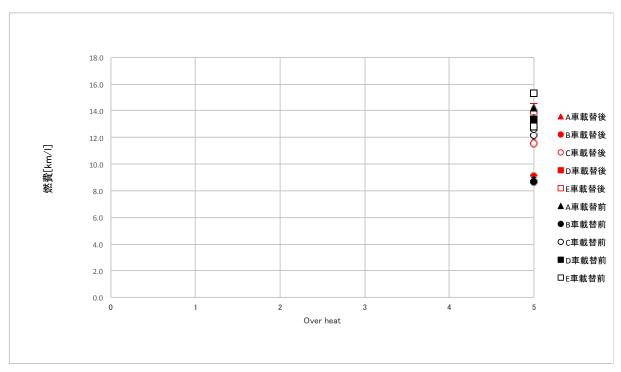
図 4-15: JRS/PAS777 の面積と燃費との関係











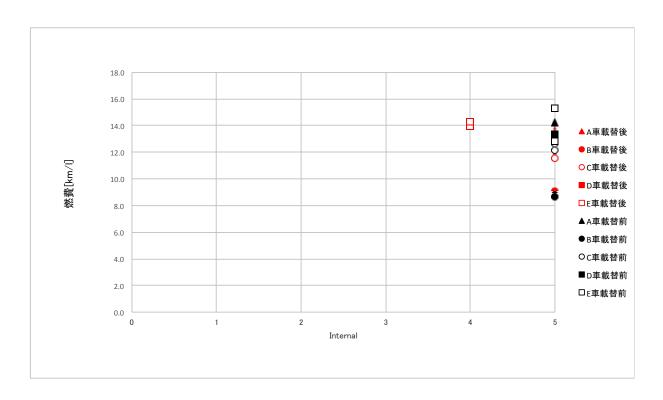


図 4-16:JRS/PAS777 の各軸と燃費との関係

### 4-2 MRV 方法論の構築

4-1 の調査の成果に基づき MRV 方法論を構築する。

MRV方法論(案) 「日本製 PAS777 で高スコアを獲得した中古エンジンへの載せ替え促進事業」

(1) 方法論タイトル

「日本製 PAS777 で高スコアを獲得した中古エンジンへの載せ替え促進」

(2) 方法論適用プロジェクトの概要

本方法論は、タイにおける車両に向けて、劣化したエンジンを日本製の PAS777 の高スコアを獲得した中古エンジンに載せ替えることにより、燃費を向上させる。これによって、レファレンスシナリオと比較して GHG 排出削減を実現するプロジェクトに適用される。

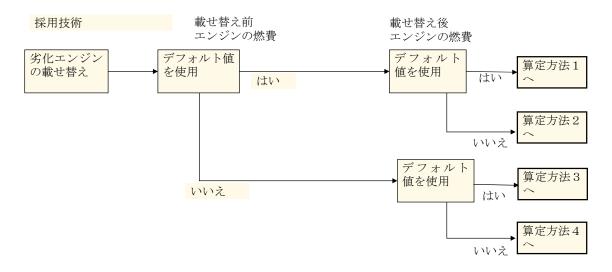
(3) 適格性基準

本方法論は、以下の要件を<u>すべて</u>満たすことができるプロジェクトに適用することができる。

		チェッ ク
条件1	劣化したエンジンを搭載した車両に対し、日本製 PAS777 で高スコアを獲得した中古エンジンを載せ替えすること。	
条件 2	タイ王国に登録されている既存の同一車両(車体)に対してのエンジン載せ替えであること。	
条件 3	載せ替え前のエンジンは、走行距離を把握可能かつ、20万Km以上であること、もしくは燃費の悪化がおこるような不調があること。	
条件 4	【算定方法 3、4 を採用する場合のみ】 載せ替え前のエンジン燃費が実測可能であること。	
条件 5	【算定方法 2、4 を採用する場合のみ】 載せ換え後のエンジン燃費が実測可能であること。	

### (4) 算定方法の選択

プロジェクト実施者は、以下のフローチャートにしたがって、自らのプロジェクトに 最適な算定方法を選択することができる。



### (5) 算定に必要なデータ

4.で選定された算定方法に応じて、プロジェクト登録段階での事前設定あるいはプロジェクト実施後の算定が必要なデータが、下記のように決められている。

1) 算定方法1:デフォルト値

## FCi 自動車iの燃費[km/l]

対象自動車エンジンの燃費は、載せ替えをしなかった場合、継続的に劣化していくと 考えられるが、保守的な値として載せ替え時に設定した値をプロジェクト終了時まで 用いる。

1. 実測に基づく保守的デフォルト値

乗用車(1600cc-1800cc クラス)12.4[km/l]

2. 既存データに基づく保守的デフォルト値

タイ国内での自動車実質燃費の平均値から求める。

3. カタログ燃費からの補正によるデフォルト値

エンジンのメーカー型番から判定するカタログ値から、実燃費への係数をかけることで求める。

FCPi 自動車iの載せ替え後燃費[km/l]

1. 実測に基づく保守的デフォルト値

乗用車(1600cc-1800cc クラス)12.6[km/l]

2. 既存データに基づく保守的デフォルト値

日本国内での自動車燃費の平均値に、タイ国内での交通事情による補正係数をかけること(日本に比べ交通インフラおよび状況が悪いことによる補正係数)から求める。

3. カタログ燃費からの補正によるデフォルト値

エンジンのメーカー型番から判定するカタログ値から、実燃費への係数およびタイ国内での交通事情による補正係数をかけることで求める。

DDi,y 自動車iの年間走行距離[km/y]

自動車に搭載されたメーター値を読み取る。オドメータの設置、GPS の取り付けなど、より正確な距離把握機器の取り付けやリースについても検討されたい。

2) 算定方法 2-4: 燃費のモニタリング

FCi 自動車 i の燃費[km/l]

FCPi 自動車iの載せ替え後燃費[km/l]

どちらの方法を採用する場合でも、季節変化等を考慮するために、標本車は一年間に わたる計測を実施することが望ましい。

a. 満タン法による燃費の測定

測定方法による誤差を平準化するために、載せ替え前後1年間にわたり、毎月、走行 距離とガソリン給油量の計測を実施する標本を抽出する。特に満タン法による測定に は誤差が大きいので、一年単位で効果を測定することにより誤差を平準化することが 望ましい。

タクシー会社では、個々のタクシーが会社へ報告する「運転日報」という制度が実施されているので、ここでの報告を計測可能な精度で実施することで、より多くの計測データが取得可能であると考えられる。

b. OBD 法による燃費の測定

上記と同様に、標本を抽出して、載せ替え前後1年間にわたり、毎月、走行距離とガソリン消費量の計測を実施する標本を抽出する。満タン法より精度が高く、新しい車には搭載されていることが多いので、可能な場合はOBD 法を用いる。

# (6) 用語の定義

用語	定義
エンジンの載せ替え	乗用車で使用するエンジンを、燃費向上を目的として、 劣化したものから別のエンジンに乗せ変える事を指す。
満タン法	ガソリンスタンドで満タン給油した状態から次に満タン にするまでの走行距離と給油量とで燃費を計算する方法
OBD 法	On-Board Diagnostics とは、自動車に搭載されるコンピュータ (ECU) が行う自己故障診断のことで、燃料消費量や直接燃費を表示するものもある。この機器に表示される値を用いて燃費を計算する方法。

高年式(新しい)車両は、車体に OBD II 端子が有り、そこから走行や燃料消費のデータを電気的に採取する事が出来る。OBD II 端子から読み取れる代表的な指標は下記の通りである。

①エンジンの回転数、②燃料噴出量、③移動距離、④アクセル開度と加速度、⑤燃費

### (7) プロジェクトバウンダリ

プロジェクトバウンダリには、以下のような設備を含めること。

- ・該当車両を運転することによる GHG 排出量
- ・エンジンの載せ替え、廃棄にかかる GHG 排出量
- ・日本からタイへの中古エンジン輸出にかかる GHG 排出量

# (8) リファレンスシナリオ

高品質エンジンへの載せ替えが実施されないまま、劣化したエンジンを搭載して乗用 車が走り続ける。

なお、プロジェクト中に法規制等によって燃費基準が定められたり、技術革新により、平均値が変化したりした場合には、リファレンスシナリオを更新する。

(9) リファレンス排出量とその算定

$$RE_{y} = \sum_{i=0}^{N_{y}} \frac{DD_{i,y}}{FC_{i}} * EF$$

REy 対象年のリファレンス CO2 排出量 [kgCO2/y]

FCi 自動車iの燃費[km/l]

DDi,y 自動車iの年間走行距離[km/y]

EF ガソリンの GHG 排出係数[kgCO2/L]

Ny 対象自動車台数

$$PE_{y} = \sum_{i=0}^{N_{y}} \frac{DD_{i,y}}{FCP_{i}} * EF$$

PEy プロジェクト CO2 排出量 [kgCO2/y]

FCPi 自動車iの載せ替え後燃費[km/l]

DDi,y 自動車iの年間走行距離[km/y]

EF ガソリンの GHG 排出係数[kgCO2/L]

Ny 対象自動車台数

(10) リーケージ排出量とその算定

プロジェクトの実施により交換したエンジンの廃棄、中古エンジンを日本から輸送するプロセスが発生する。

ただし、廃棄はプロジェクト未実施でも発生するプロセスであり、プロジェクト実施時点で、廃棄するエンジンが入れ替わったと考えることができる。さらに、日本で平均 13 年の ELV からの中古エンジンを素材としてリサイクルせずに、カスケード的に再利用して、長寿命化しているため、日本とタイを総合的に見ると廃棄量は減少する。しかしながら、現状ではタイ国内におけるエンジンのリユースシステムが確立しておらず、エンジンを日本国内ではなく、タイで処理することにより環境負荷が増加することが予想される。下図に示すように、日本国内で実施されていた廃棄のプロセスがなくなり、タイ国内での実施へと移行する。ただ、本プロジェクトでは拡大展開として、タイ国内での自動車部品リサイクルや適正処理のためのシステム確立を目指しているので、プロジェクト実施段階にいたっては、プロジェクト対象車両のみならず、幅広い範囲を対象に、自動車の 3R/Reduce Reuse Recycle を実現するシステムの確立によって、タイ全土の環境負荷を削減するコベネフィットが期待される。

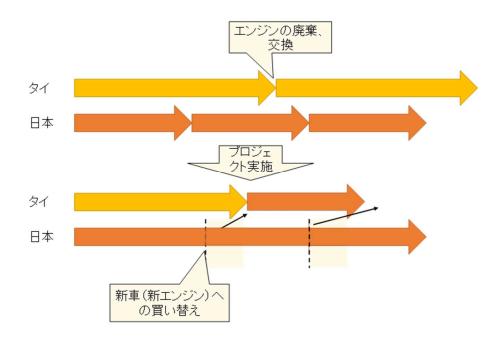


図 4-17 エンジン載せ替え事業によるエンジン交換と廃棄の流れ

### (11) 排出削減量の算定

排出削減量は、求められたリファレンス CO2 排出量及びプロジェクト排出量から算定する。

 $ER_v = RE_v - PE_v (-L_v)$ 

ER<sub>v</sub> CO2 排出削減量 [tCO2/y]

RE<sub>v</sub> リファレンス CO2 排出量 [tCO2/y]

PE<sub>v</sub> プロジェクト CO2 排出量 [tCO2/y]

L<sub>v</sub> リーケージ排出量 [tCO2/y]

## (12) モニタリング手法

プロジェクト実施者は、選択したリファレンス排出量の算定方法に基づき、下記に記されたパラメータのモニタリングが必要となる。

### 測定法及び手順

燃費と走行距離を測定するために、基本的には各対象車両に取り付けられたメーター計器類を用いて測定を行う。これらのメーターの読み取りは、タクシー会社の日々の業務管理の一環として、またエンジンメンテナンス時に追加的に実施されるものとする。

FCi 自動車iの燃費[km/l]

FCPi 自動車iの載せ替え後燃費[km/l]

DDi,y 自動車iの年間走行距離[km/y]

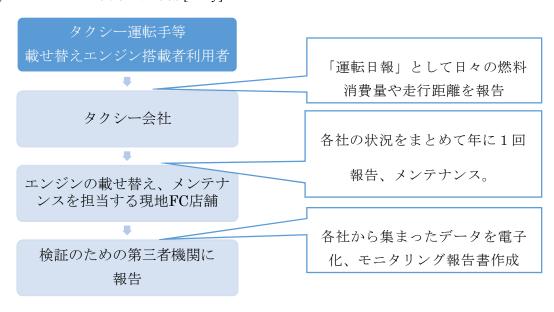


図 4-18 モニタリング実施の流れ

## 適用する基準、測定の精度

標本車両として何台かは、毎月、満タン法、および OBD 法の両者によって結果を報告する。これらの車両にはメーターも取り付け、リファレンス値を提供することになる。データの記録にあわせてメーター機器類を正しく作動してもらうためのメンテナンスや給油時の注意を行うことで、測定の精度も向上する。

## 測定の責任者/主体

調査参加者に対する測定の責任者は現地 FC 店舗となり、この店舗がモニタリング事業者の役割も果たすこととなる。現地での利用者とのコミュニケーション、モニタリング方法の確認を載せ替えエンジンのメンテナンスにあわせて実施する。これによって利用者は、モニタリングのための特別の場所や機械ではなく、エンジンのメンテナンスをしてもらえるという日常的な行動にあわせたインセンティブによりモニタリングに参加しやすくなる。

モニタリング費用については、国際コンソーシアムから受領することとし、それにあわせて、モニタリング報告書作成のための現地 FC 職員の教育、資格化といったことが想定される。ただし、すでに PAS777 の項目の読み取りが教育センターにて教えられているので、JCM のためのメーター読み取りなどのモニタリング項目もこの教育課程に組み込むことで、必要な人員の供給もおこないやすい。

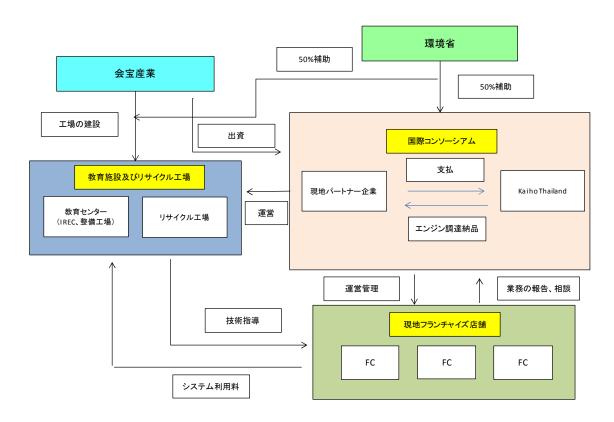


図 4-19 現地 FC 店舗から本事業スキームの流れ

また、日本から持ち込んだエンジン類がタイ国内で不法投棄されることを防ぐために、 廃車後の自動車部品リサイクルシステムについても、プロジェクト参加主体が責任を もって取り組む必要がある。

### (13) 事業実現化と検証のための方策

上記で範囲を定めた実証事業につき、事業化調査で実施計画(IP)を作成する。IPは事業内容の他、以下を含むものとする。

- 1) バンコクに設立する現地法人の資本金、構成企業及び出資比率
- 2) 環境省を中心とする日本側の支援体制及び NESDB をはじめとするタイ側支援体制
- 3) 技術開発·人材育成計画
- 4) 原料調達計画
- 5) 市場開拓戦略及び輸出計画

6) 二酸化炭素削減等の効果計測・モニタリング体制及び方法

以上を組み込んで、実証事業のプロジェクト設計書 (Project design document; PDD) を作成する。これはプロジェクト設計マトリクス (Project design matrix; PDM)及びその内容を説明する文書となる。

PDD には以下が明記される。

プロジェクト目標 (実証事業の達成目標)

- 1) 上位目標(事業の全体構想が目指すもの)
- 2) アウトプット (実証事業による生産に係るもの、効果に係るもの)
- 3) プロジェクト活動 (実証事業で実施する活動)
- 4) 計測方法 (特に効果の計測)
- 5) 前提条件(政策、法制面等)

実証事業の成果は、このような PDD に即して検証することができる。特に、これによって MRV に則った効果の計測ができる。

# 第5章 事業化可能性の検討

### 5-1 現地パートナーの選定

### 5-1-1 選定方針

MRV 方法論の検討結果、本業務では以下の認識で現地パートナーを選定する事とした。

- 自動車の燃費は、エンジンの整備状態にもよるが、総走行距離が長くなれば、燃費効率は低下する。
- 燃費効率が低下すれば、CO2 の発生量も増加する。
- 今回日本から導入する中古エンジンの総走行距離は概ね 10 万~15 万 km の総走行距離のエンジンである。
- エンジン載せ替え効果を期待するのであれば、最低でも 30 万 km 以上の 総走行距離のエンジンを対象としたい。
- ・ 従って、本業務で選定する現地パートナーは、総走行距離が 30 万 km 以上 の自動車を母集団として所有/使用している主体とする。

### 5-1-2 選定経緯

第3章で述べた通り、バンコク首都圏においては、以下の主要因によって、現在は古い 年式の自動車は殆ど見受けられない状況となっている。

- タイではアジア諸国に先駆けて、排出ガスと CO2 の規制を行っており、 平行して車検制度も確立している。
- 自家用車に関しては、車検の適用が新車購入から7年目を経過して始まる こともあり、一般的には車検の前に新車に買い替えている。
- 中古車市場に並んでいる中古車の総走行距離は 10 万 km 前後のものがほとんどである。
- 2012年~2013年にニューカーインセンティブ政策が取られたことにより、 新車への買い替えサイクルがより短くなっている。

従って、自家用車を対象とした日本製中古エンジン載せ替えビジネスは、エンジンの 総走行距離が短く成立は難しいとの結論に達した。

次に、タクシーやトラックなどの営業車についてヒアリングを行った結果は以下の 通りである。

### 5-1-3 タクシーに関して

後述(4)で述べるとおり、バンコク都で登録されているタクシーの台数は約 11 万台である。

タクシーに関しては業界のルールで使用できる車両は新車から 9 年となっている。 そのため、10 年以上経過した車両は理論上タクシーとしては存在していない。10 以上 経過した車両に関しては、走行可能な車両であれば中古車として再び市場に出回り、そ うでなければ部品リサイクルに回している。 今回の調査では、この 10 年以上経過し た車両がどこに販売されているのかという事については明確な確認が出来なかった。

何人かのタクシードライバーからの情報によるとタクシーの場合は、通常 500km/日 (12 時間毎に運転手が交代で 24 時間走行している) であり、年間 20 万 km の走行距離となる。従って、9 年間使用し続ければ、180 万 km の総走行距離となる。そのため、比較的年式の新しいタクシーでもターゲットとして考えている 30 万 km 以上の総走行距離で走っているタクシーは数多く存在する。

### 5-1-4 トラックに関して

本調査では、バンコク市内にある以下の企業にヒアリングを行った。

- TKK ASIA TRANSPORT(THAILAND) Co., Ltd.
- -MITSIAM MOTORS AUTOMOTIVE(THAILAND) Co., Ltd.
- TRI RETCH ISUZU LEASING(THAILAND) Co., Ltd.
- ・この企業では、10年使用した車両は、新車に取り換えているとのこと。
- ・10年間使用した車両は、中古車市場に流通させている。
- ・エンジンや車体の整備、保守点検は日本国内の基準と同レベルのものを行っている。 平均 10 年間使用し、総走行距離は 100 万 km 以上であり、保守点検は十分為されている。

### 5-1-5 バンコク都庁が使用している各種車両

- ・バンコク都庁関係者へのヒアリングで、バンコク都庁が所有/使用しているバス、公 用車、ゴミ収集車には、予算不足の影響でかなり古い、燃費の悪い車両があるのではと のアドバイスを受けた。
- ・状況を把握すべく情報収集を試みたのだが、興味は持ってもらったものの、「日本製エンジンの載せ替え効果」が実証され、明確な載せ替えメリットを示さないと、議論のテーブルにはつけないとの理由で、情報を提供してもらえなかった。

- ・実証調査で載せ替え効果が立証できれば、改めて情報提供を求めることとしていた が、残念ながら載せ替え効果が立証できなかったため、それいじょうの情報を得ること は断念した。
- ・タイ温室効果ガス管理機構 (TGO) からの情報によるとバンコク都は近い将来所有するバスに低公害車両を導入する事を既に決定したとされている。

以下に、タクシー会社およびトラック関係者とのヒアリングメモを記す。

- タクシー会社(小規模であり、会社名は不明)
- ・ タクシー業界全般に言えることだが、走行距離に関係なく新車~9年間使用した車両はタクシーとして廃車にしなくてはならない。
- 9年間タクシーとして使用した車両は、車体の色を変え、ナンバープレートを取り 換え中古車業者に売る。ごくまれに個人で購入する人もいる。
- ・ 年間走行距離は 250,000km から 300,000km 程度。500,000km で故障する事が多いため、その時は、オーバーホールもしくはエンジン載せ替えを行っている。
- ・ オイル交換頻度は 7000kmg 毎。10 日に1回程度はオイル交換を行っている。
- ・ ドライバーの運転方法にもよるが、300,000km でオーバーホール、700,000km でエンジン交換、700,000km 以上でミッション交換をする事が多い。

### ートラック会社

### TKK ASIA TRANSPORT(THAILAND) Co., Ltd.

- ・ 以下の2つのビジネスを行っている会社であり、梱包、保管、輸送を一貫として行っていた2002年設立の会社から、2013年2月に輸送部門だけを独立させて設立した会社。
- ・ トヨタ関連の部品集荷(現地各所にある部品工場からトヨタの自動車工場への輸送)
- ・ 補給パーツの配送(トヨタの自動車工場から、タイ全土(及び一部周辺国)のディーラーへの補給パーツの供給)
- ・ 自社保有とサブコントラクター所有を合わせて約900台の輸送車両を保有。
- ・ 維持管理は日本と全く変わらないレベルを維持している。会社敷地内に整備施設も 所有している。

- ・ 基本的には7年程度で新車に切り替えている。
- 7年経過すれば走行距離が20万キロを超えるケースは多く見受けられる。
- ・ 但し、維持管理をしっかりやっているので、20 万キロを超えても燃費はほとんど 落ちていない。
- ・ 平均7年を経過したトラックの行き先は、複数のタイ地元の中古専門業者に入札を かけて落札企業に販売するか、トヨタのディーラーに新車と引き換えに有価で引き 取ってもらうかどちらかを選択している(大量の場合は入札、1台、2台であれば 引き取り)。
- 20 万キロ以上走行し、中古車として引き取り寸前の車を調査車両として提供する ことは、走行実験中に事故が起きた際の責任問題などが明確になればやぶさかでは ない。
- ・ 但し、前述の通り、しっかり維持管理しているので、燃費が落ちていない自信があ るので、パートナー企業になる可能性は低い。

### MITSIAM MOTORS AUTOMOTIVE(THAILAND) Co., Ltd.

- ・ MITSIAM MOTORS は、MITSUI BUSSANN AUTOMOTIVE(THAILAND) Co., Ltd.が日野自動車と共にタイに設立したディーラーの会社。
- 取り扱っている車種は、日野自動車製のトラック。
- ・ MITSIAM MOTORS は、販売先から定期点検の業務も受けており、日本並 みのメンテナンスを実施している。
- 新車販売時に中古車を引き取り、その中古車はブローカーに売ることが多い。
- ・ MITSIAM MOTOR が引き取る中古車は、比較的古くない中古車のため、 ブローカーはオークションに出すか、個人のネットワークで再販売してい るようである。
- ・ 中古のトラックは、バンコクよりも地方部において、資源輸送の会社や建 設会社等で使用されているようである。
- ・ 資源輸送会社や建設業者では、かなり古いトラックが使用されており、その業界では中古エンジンの需要はかなり見込まれるのではないか?
- ・ タイでは、中古車のオークション市場は十分に確立されていないため、ブローカーのネットワークで流通しているようである。

# TRI RETCH ISUZU LEASING(THAILAND) Co., Ltd.

- ・ TRI PETCH ISUZU LEASING Co., Ltd.は、タイ三菱商事がいすゞ自動車と 共に設立したディーラーの会社。
- 取り扱っている車種は、全ていすゞ自動車製の車で、ピックアップトラックがほぼ全て。
- ・ 取り扱っているのはピックアップトラックであるため、個人用や中小企業 用が多く、メンテナンスの状況は把握していない。
- ・ 少ないが、きちんとした販売先からは定期点検の業務も受けており、日本 並みのメンテナンスを実施している。
- ・ 農業関係者は、とことん使用する傾向があるため、日本と比較するとかな りの走行距離の車がある。
- ・ 従い、かなり古くなった車で、使用に支障をきたすようにならないと、エンジンの積み替え使用はしないのではないか?
- 現地のピックアップトラックは、殆どがディーゼルエンジンである。
- ・ 後部を改造し乗用車のように使用しているものがあり、これは日本では見かけることが出来ない。
- ・ 純正、非純正とも、部品や改造用のパーツはかなり出回っており、また改造する中小工場も多いため、改造車は非常に多い。

### 5-1-6 現地パートナーの選定

以上の検討結果から、総走行距離が長い車両を母集団として持っているタクシー業界にターゲットを置き、その業界の中から現地パートナーを選定することとした。上述でヒアリングを行ったタクシー会社は車両を 20 台程度しか所有していない小規模業者であるため、より大きな母集団を抱えるタクシー会社への接触を試みた。バンコク都のタクシー業界を管轄しているバンコク都関係者に接触を開始したものの、載せ替えの効果とタクシーにとってのメリットを明確してからでないと協力してくれるタクシー会社を紹介する事は難しいとの返事が有り、結果今回の調査期間中に大規模なタクシー会社との接触は実現しなかった。

### 5-1-7 タクシー業界の現状

第2章にてタイのタクシー業界の状況、特に登録台数について言及したが、バンコク

における総登録台数及び新規登録台数の変移を見ても増加傾向にあり、今後タクシーを母集団とした JCM 事業が成立すれば、ある程度の CO2 削減効果やそれに伴うメリットが見込めるだろうと考える。

タクシーの使用燃料としては、これまでのガソリンから液化石油ガス(LPG)や、自動車用圧縮天然ガス(CNG)への転用が進み、よりクリーンで燃焼効率に優れた環境に優しい燃料として消費が拡大している。タイ政府が天然ガス車(Natural Gas Vehicle; NGV)向けの天然ガス価格の上限をガソリン価格と比べて大幅に抑えていることからも、NGV が普及しつつある。 一方で、天然ガスを使用する車両は、ガソリン使用から LPGや CNG 使用へ切り替える専用機器をつける必要がある事や、LPGや CNG 対応のガソリンスタンドが少ないことなどが理由で、走行距離の短い自家用車は今でもガソリン車が多い。

なお、今回の実証実験においては、いずれの車両もガソリン燃料と NGV 燃料を併用するバイフューエルタイプであった。NGV 充填機の性能(圧力)は、NGV ステーションや機器ごとに異なる。また充填タイミングにより、同じ給油時に隣で大型トラック等が充填しているときには、自分の充填機の圧力に影響が起きうる事などの現況から計測に大きな影響を与えると考慮し他結果、ガソリン燃料を使用した。

### 5-2 想定されるビジネスモデル

### 5-1-8 事業コンセプト

本 JCM 事業可能性調査で検討される事業は、「タイ政府が低炭素社会実現のために 日本製 PAS777 中古エンジン導入し、燃費が向上することのより、自動車排出 CO 2 を 削減する」ことを事業コンセプトとする。本事業コンセプトは、3 つのキーワードで構 成されている。第一は、「政府の環境政策に基づく事業」、第二は、「日本製 PAS777 中 古エンジンの優秀性」、第三は、「リサイクルシステムを推進するシステムの構築」であ る。

### 5-1-9 ビジネスモデルの構想

本事業のビジネスモデルでは、バンコク都でタクシー事業を運営している大手タクシー会社と会宝産業(株)の協同事業として実施することを想定した。

日本製 PAS777 中古エンジンの販売を会宝産業(株)の事業範囲とし、事業運営やパテント徴収等の業務は共同管理業者等の現地リソースが行うことを想定する。

現状では個人で資金調達し日本製 PAS777 中古エンジンを購入する可能性は低いと考えられるため、主な顧客としては大手タクシー会社、バス会社、運送会社、行政機関大学研究機関等と想定される。

また、エンジン載せ替えによる CO 2 削減効果は、日本政府が買い取ることとし、その 差額により、載せ替え中古エンジン購入者の負担が軽減する。

一方、CO2 の削減は、主として燃費の向上によってもたらされるため、タクシー会社から見れば、燃費の向上=燃料価格の低下につながるため、日本政府が CO2削減効果を買い取った後の中古エンジン価格が、その後の燃費向上による燃料費の削減より安ければ、タクシー会社としても積極的にエンジンを載せ替えることになる。

### 5-1-10 ビジネス実施に当たってのシナリオ

本事業は下記の段階を経て実施される。

- タイ現地に会宝産業㈱及び大手タクシー会社などを主体とする国際コンソーシアムを設立する。
- 国際コンソーシアムに対して、会宝産業㈱が中古エンジンを輸出する。
- ・ 国際コンソーシアムは、出資者である大手タクシー会社が所有するタクシーなどへの中古エンジン載せ替えビジネスを実施する(国際コンソーシアムの事業範囲は、「中古エンジンの日本からの輸入」「総走行距離の長いタクシーなどへのエンジンの載せ替え」)。
- 事業開始当面は、出資者である大手タクシー会社が所有するタクシーへの載せ替えをビジネス領域とするが、その後、他の車両へのエンジン載せ替えビジネスも実施することとする(例:バンコク都のバス、ごみ収集車、行政/大学の公用車など)
- ・ エンジン載せ替えによる CO2 削減効果は、日本政府が買い取ることとし、その差額によりエンジンを載せ替える大手タクシー業者などのコスト負担を軽減する。

なお、バンコク都はクリーンなまちづくりを目指しており、現在のタイ全土の排ガスや CO2 規制を超えた、自動車からの排ガスや CO2 排出量の削減はバンコク都の施策とも合致するため、バンコク都からの何等かの支援が得られれば、本事業の事業性はさらに高まることが期待される。

### 5-3 採算性の概略検討

本調査の予備調査及び実証調査に使用したタクシーの内の一台の所有者(個人タクシーであり、本人が車両を所有し、本人のみが運転している)が現在使用している車両が既に 9 年を経過しており、燃費や維持管理などのコストデータをかなり詳細に記録していたため、そのデータを利用して、もしより燃費の良いエンジンに載せ替えた場合の「タクシー所有者」としての採算性の検討を行った。

このタクシー所有者の記録では、新車購入時から 5 年目以降に年間の燃料費がアップ (つまり燃費が低下)しているとのこと。購入時には年間 45,205 バーツ程度であったものが、7年目には 68,250 バーツまで上昇し、その時点でオーバーホールを行うことで 若干の燃費が向上するが、それでも新車時点よりは燃料費はかなり大きなものとなっている。

仮定として 6 年目の終わりにエンジンを載せ替えることで、年間の燃料費 2 年目の水準に戻ると仮定した場合、燃料費や維持管理費/オーバーホール代などを合計して 10 年合計で約 75,000 バーツ程度コストが低減することとなった。

従って、エンジン載せ替えコストが 75,000 バーツ以下であれば、タクシー会社にとって載せ替えメリットはあると判断できる。(ちなみに、以下のデータには、燃料費の値上がり要素は入れていない)。

以上の検討結果は、あくまでもこのタクシー所有者の記録によるもので、以下の仮定の上で成立するものである。これが一般的なタクシーの現状に当てはまるかどうかについて、予備調査及び実証調査を実施した。

年間の燃料費が。新車の際の 45,205 バーツから、7 年目には 68,250 バーツに上昇する。その分、燃費が落ち、同じ距離を走った場合の CO2 排出量も増加する。

2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013 2014 単位: バーツ 現状 0 3 4 5 6 8 9 合計 1. カローラ購入代 789,000 2. 年度毎の維持費 16,300 30,800 25,500 30,300 32,300 37,300 33,300 39,300 35,300 280,400 8,500 3.オーバーホール 8,500 4.年間の燃料費 45,724 45,724 47,357 49,725 53,757 68,250 64,658 70,816 491,215 45,205 5.合計年間費用 71,224 77,657 82,025 91,057 61,505 76,524 110,050 103,958 106,116 780,115  $(2 \sim 4)$ エンジン載替え仮定 合計 789,000 1. カローラ購入代 16,300 30,800 25,500 30,300 33,300 39,300 35,300 280,400 2. 年度毎の維持費 32,300 37,300 3.オーバーホール 0 230 200 190 200 200 4 年間の燃料費 45,724 47,357 49,725 45,724 45,724 424,664 45,205 45,724 53,757 45,724 5.合計年間費用 76.524 71.224 77.657 82.025 91.057 79.024 85.024 81.024 705.064 61.505  $(2 \sim 4)$ 

表 5-1:採算性の概略検討

ちなみに、PAS777 中古エンジンのコストは 120,000 円(3,100 バーツ)/台 (原価、輸送費、載せ替え費用込)であり、JCM 事業により、例えばその半額で提供できるのであれば、載せ替えビジネスは成立するとの想定ができた。

# 5-4 JCM 事業可能性調査の結果

しかしながら、JCM 事業可能性調査の結果として、エンジン載せ替えによる燃費向上と CO 2 の削減効果という調査結果を数字で確認するには至らなかった。従って、調査結果を踏まえた事業計画の検討については基礎的な内容にとどまることとなった。 来年度以降の燃費の差が出やすい車両を使用している大手タクシー会社や配送業者をカウンターパートにする事業化の可能性について検討する意味はあると判断する。

### 5-5 他国における本事業の実施可能性

今回の調査は、あくまでもバンコク都市圏を対象に実施したものである。

タクシーに限らず、中古車はタイの農村部や周辺各国に販売されているとの情報に関しては詳細なデータは得られなかったが、タイ農村部に関しては、環境基準はタイ全土一律であるため、農村部においても事業化は困難ではないかと認識する。

但しタイよりも環境基準が緩く、良好にエンジン整備が行われておらず、総走行距離 が長い車両が数多く存在する途上国の都市を対象とした本事業の可能性はあると考え る。

# 第6章 コベネフィットに関する調査

この章では、モデル事業がタイにもたらすコベネフィットについて JCM 事業可能性調査結果を用いシミュレーションを行った。また、モデル事業の持つ社会的な価値を算出した。

# 6-1 コベネフィット指標開発の必要性

GHG 排出量削減事業を行う上で、炭素クレジット獲得という先進国側のベネフィットのみならず、ホスト国が獲得するコベネフィットを重視する必要が生じている。現在のところコベネフィットは定性的に記述されるに留まり、プロジェクトの選定においてコベネフィットを重視した選定方法は透明性と客観性が欠如したままだ。途上国側の利益が不明瞭なままでは持続可能な開発への貢献が曖昧であり、CDM 及び JCM の長期的持続は見込めない。プロジェクトの質向上と事業の長期的持続性のため、炭素クレジット獲得のみを目的とするのではなく途上国の持続可能な開発を重視したメカニズムの構築を目指す。コベネフィットを定量的に評価する指標を開発することは客観的で公平なプロジェクトの選定を可能とし、GHG 排出量削減と途上国の持続可能な開発及び低炭素社会の構築を共に実現させることが可能となる。

### 6-2 コベネフィットの目的

人口増加と生活水準の上昇により自動車の保有台数が拡大する一方、環境政策が不十分な途上国において自動車由来の CO2 や NOx・SOX・PM などの排出量削減を促進し、リサイクルシステムの確立に寄与することとする。大気汚染や健康被害の改善といったコベネフィットをもたらし、途上国の持続可能な開発と低炭素社会の構築に貢献することを目的とする。

本調査事業はタイの自動車に日本製中古エンジンを搭載することで燃費を向上させるものである。日本製 PAS777 中古エンジンは他国の中古エンジンに対して燃費が良く寿命が長いという特徴を持つ。長年にわたる使用で燃費の悪化した自動車が多く走る途上国において日本の技術を自動車に搭載することで、燃費向上とそれに付随するCO2 や NOx・SOX・PM などの排出量が削減されることが期待される。

## 6-3 コベネフィットとしての大気汚染改善

本モデル事業がタイにもたらすコベネフィットについて述べる。モデル事業は自動車の使用燃料を減らすことを目的としており、使用燃料の削減による二酸化炭素排出量削減(ベネフィット)と自動車排気ガス排出量削減による大気汚染改善(コベネフィット)をもたらす。

### 6-3-1 自動車排気ガスが招く大気汚染

表 6-1 に自動車排気ガスが及ぼす影響についてまとめた。これらは SOx、NOx、PM、光化学オキシダントの生成を考慮したものである。

被害	被害内容
健康被害	発熱・咳・痰・目や鼻の異物感・風邪症状・流涙・肺がん・ 喘息
環境被害	視界が良好でない・酸性雨(樹木・農作物・河川生物への被害や建造物の腐食)・長期間の活動制限
経済被害	医療費の増大・環境の維持回復

表 6-1 自動車排気ガス由来大気汚染物質と被害

## 6-4 指標開発方法

本節ではコベネフィット効果の測定方法を述べた。まず、本可能性調査の結果である 燃費 0.1km/l (12.4km/l から 12.5km/l) 改善を根拠に二酸化炭素及び硫黄酸化物等の削減量を3つのケースについてシミュレーションした。シミュレーションの適用範囲はモデル事業全体ではなく自動車の走行に限定した。したがって中古エンジンの流通や廃棄エンジンのフロンの処理などは含まない。さらに、現地で実施したアンケート結果から各ケースについてモデル事業のコベネフィットの価値を算出した。

### 6-4-1 大気環境基準

指標開発にあたりバンコクの大気汚染と運輸部門の寄与を文献調査した。まず、バンコク都内で排出される大気汚染物質のうち NOx の 80%、CO の 75%、PM の 54%及び HC の 87%が自動車由来であった。なお、SOx は寄与が小さかった。(OTP, 2013) 一方、大気環境基準を調査したところ、PM 以外の指標については、環境基準が満たされていた。以下のシミュレーションでは大気環境基準を下回っている場合被害を及ぼしていないと仮定して本報告では考慮に入れないこととした。したがって以降は PM についてのみ取り上げた。

### 6-4-2 PM<sub>10</sub> ≥ PM<sub>2.5</sub>

バンコク都内の測定地点のうち PM10と PM2.5について年平均濃度が最も高い地点を選び表 5-2 に示した。(Pollution Report, 2012) 場所は、PM10の最高地点が Santipap Rd. Pom Prap Sattru Phai Dist.、PM2.5の最高地点が Din Daeng Rd. Din Daeng Dist.であった。

大気環境基準は一般に長期基準と短期基準の両方が設定されており、これは人の健康などを図る観点から長期的な蓄積を低減する目的と短期間かつ高濃度の暴露を防ぐ目的がある。シミュレーションでは、高濃度の暴露による短期間の健康被害リスクを低減することを目的として日平均基準を大気汚染解消目安として採用し評価することとした。

地点	対象物質	基準値[μ g/m³]		年平均濃度 [μg/m³]	日平均最大 濃度[μg/m³]	超過日 数[日]
		年平均	日平均	[µg/m]	仮反[μ g/m ]	<b></b>
Santipap	PM 1 0	50	120	78	211	24
Din Daeng	PM. 2 5	25	50	34	86	46

表 6-2 各地点における PM10と PM2.5の大気濃度

## 6-4-3 自動車1台当たりの寄与度

バンコク都内の人口は 8,249,117 人で、登録乗用自動車は 3,467,252 台(OTP, 2010)であった。また、バンコク都内で排出される PM のうち 54%が自動車に由来するものであることから、 1 台当たりの日平均最大濃度への寄与濃度(以下、PM 寄与濃度と呼ぶ)を次式のように算出した。

物質 PM 寄与濃度[μg/m³/台]
PM<sub>10</sub> 3.29×10<sup>-5</sup>
PM<sub>2.5</sub> 1.34×10<sup>-5</sup>

表 6-3 PM 寄与濃度

### 6-5 シミュレーション

前節の仮定を踏まえ、以下三つのケースについてシミュレーションを行うこととした。 本節では二酸化炭素削減量を算出した。

- (1) ケース 1. 事業想定規模
- (2) ケース 2. バンコク都内タクシー全車導入
- (3) ケース 3. 大気環境基準達成規模

まず、各ケースについて仮定と自動車由来の二酸化炭素排出削減量の算出結果を記した。

## (1) ケース1: 事業想定規模

3,328

GHG 削減量[t]

8,320

本モデル事業は 2015 年から 2020 年までの 6 年間、中古エンジン導入を 100 台から 開始し毎年 50 台ずつ増やして計 1350 台に達することを見込んでいた。そこでまずーつ目のケースとして、想定している事業規模でシミュレーションを行った。

タイの自動車の平均年間走行距離は 20,000km と仮定し、ガソリン 11 当たりの GHG 排出量は 2322kgCO $_2$ /1 の係数を用いた。

まず、次式のようにして削減量を求めた。表 6-4 に計算結果を示す。この表を見ると、2015 年から 2020 年までの 6 年間の継続でおよそ 12 万 8 千  $tCO_2$  を削減することが分かる。

$$1$$
 台当たり年間使用燃料削減量 =  $\frac{20,000}{12.4}$  -  $\frac{20,000}{12.5}$  =  $14.3[1/年/台]$ 

年	2015	2016	2017	2018	2019	2020	合計削減量[t]
導入台数[台]	100	150	200	250	300	350	-
合計台数[台]	100	250	450	700	1000	1350	-

23,297

33,282

44,930

128,135

表 6-4 事業想定規模の二酸化炭素削減量

14,977

# (2) ケース2:バンコク都内タクシー全車導入

モデル事業が中古エンジン導入対象としているタクシーはバンコク都内に約 11 万台登録されている。そこで、全車に適用した場合を考えた結果を表 6-5 に示した。

年	2015	2016	2017	2018	2019	2020	合計削減量[kt]
導入台数[台]	15,000	15,000	20,000	20,000	20,000	20,000	-
合計台数[台]	15,000	30,000	50,000	70,000	90,000	110,000	-
GHG 削減量[kt]	499	998	1,664	2,330	2,995	3,661	12,148

表 6-5 タクシー全車導入の二酸化炭素削減量

## (3) ケース3:大気環境基準達成規模

最後に、PM<sub>10</sub>及び PM<sub>2.5</sub>について日平均基準を達成するために必要な規模を想定した。二地点における日平均最大濃度を環境基準値まで減少させることを大気汚染解消とみなし、また PM は人為的活動により排出されるとして自動車の寄与 54% (OTP, 2013) 及びバンコク都内を走行する自動車 1 台当たり大気汚染に寄与している濃度(以下、PM 寄与濃度と呼ぶ)から基準達成のための必要台数を求め表 6-6 に示した。

物質	日平均[μg/m³]	PM 寄与濃度	必要な改善台数	
	(最大値) – (基準値)	[ μ g/m³]	[台]	
PM 1 0	91	3.29×10 <sup>-5</sup>	2.77×10 <sup>6</sup>	
PM 2.5	36	1.34×10 <sup>-5</sup>	2.69×10 <sup>6</sup>	

表 6-6 基準達成のための必要台数

この表を見ると、 $PM_{10}$ の方が  $PM_{2.5}$ よりも必要な自動車台数が多く、 $PM_{10}$ の値を採用し $2.8\times10^6$ 台規模を仮定した。これを事業期間内の2020年までに達成するために、

他ケースと同様に段階的に導入することを仮定すると、表 6-7 のような結果を得た。

年	2015	2016	2017	2018	2019	2020	合計削減量[kt]
導入台数[台]	133,333	133,333	133,333	133,333	133,333	133,333	-
合計台数[台]	133,333	266,667	400,000	533,333	666,667	800,000	-
GHG 削減量[kt]	4,438	8,875	13,313	17,750	22,188	26,625	93,189

表 6-7 基準達成のための二酸化炭素削減量

### 6-6 アンケート調査

本節では、人々の認知から金銭的評価を実施するためのアンケート調査内容について述べた。アンケート調査の目的は、大気汚染を解消するための支払い意思額から、本モデル事業及び各シミュレーションについての効果を測定することである。

### 6-6-1 アンケート調査方法

アンケート調査はバンコク都内で実施した。100人を無作為に抽出し大気汚染による健康、環境及び経済被害を説明し、現在の大気汚染がモデル事業によって解消されるとしたら月々何バーツ支払うかという支払意思額を聞いた。また同時に回答者の情報と大気汚染に対する意識を聞いた。アンケートに用いた調査用紙は付録 1,2,を参照されたい。

アンケートでは、仮想的な変化に対して、人々の支払い意思を尋ねる方法を用い、ここでは CVM 調査で用いられる二肢選択形式のダブルバウンド法を参考に、40 バーツについて尋ねた後、上方として80 バーツ、下方として20 バーツの選択肢を用意して人々の選考を尋ねた。

# 6-6-2 アンケート調査結果

アンケート結果一覧は付録 3 を参照されたい。結果より、モデル事業による大気汚染解消のための月々の支払い意思額は図 6-1 のような分布となり、平均 23.8 バーツ/月と算出された。

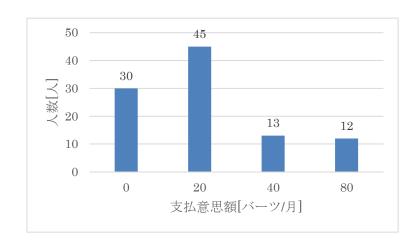


図 6-1 支払い意思額分布

## 6-7 コベネフィット指標開発

シミュレーションの仮定として大気汚染は環境基準を下回った場合に解消するとした。そこで前述の通りシミュレーションは  $PM_{10}$ 及び  $PM_{2.5}$ に特化して行い、NOx 及び  $SO_2$ は議論の対象外とした。次式により効果の価値を求めたのを表 5-8 に示した。なお、バーツの価値は現在と同等であるとした。

コベネフィット効果の価値= 
$$\Sigma \frac{PM$$
寄与濃度×台数  $\times$ 支払い意思額×人口  $\times$  を担じる  $\times$  を対じる  $\times$  を担じる  $\times$  を可能な  $\times$  を担じる  $\times$  を可能な  $\times$  を担じる  $\times$  を担じる  $\times$  を担じる  $\times$  を担じる  $\times$  を可能な  $\times$ 

表 6-8 コベネフィット効果の価値一覧

ケース	CO₂削減量 [Mt-CO₂]	PM <sub>10</sub> [μg/m³]	PM 2.5 [ μ g/m <sup>3</sup> ]	コベネフィット効 果の価値[バーツ]
1	0.13	0.044	0.018	1,148,547
2	12	12.0	4.9	310,533,134
3	155	92	38	2,355,947,815

本報告における支払い意思額(以下、WTP)は、大気汚染解消の価値を聞くものであり他項目の情報によって大気汚染の価値へ影響を与える要因を探るべく、考察をした。

### (1) 年齢・月収

まず回答者の年齢層を図 6-2 に示す。20 歳代、30 歳代が多く70 歳代はいなかった。年齢層別の平均支払い意思額を図 6-3 に示すと、30 歳代のWTP が最も高く10,20,30 と年齢が上がるにつれ高くなっていたのが、40 歳代以降は徐々に安くなっていることがわかる。そこで年齢層別平均月収を算出すると20 歳未満は7,500 バーツ、20 歳代は17,000 バーツ、30 歳代は28,000 バーツで40、50 歳代は30 歳代から1,000 バーツ増加したのみの29,000 バーツ、そして60 歳代は減少して22,000 バーツであった。(図 6-4) 図から見るに定性的ではあるが、月収が多いほどWTP が高くなるという傾向は30 代にかけてあると言える。ただし、30 歳代以降月収の変化がない中ではWTP は維持されずむしろ安くなっている点については他の要因があると考えられる。

さらに図 6-5 に月収と WTP の分布を示した。タイの平均月収は 3 万バーツ程度と言われており、平均 WTP は 30 バーツ程度と安定しているが、月収 4 万を超えると平均 WTP に大きなばらつきが見られた。平均月収付近の WTP はある程度信頼性が高いが、富裕層の WTP は今後の調査が必要だ。

職業も調査したが、収入及びWTPとの関係性は全く見られなかった。

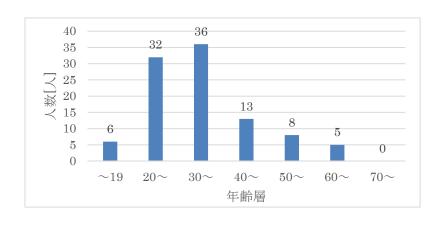


図 6-2 年齢層別人数

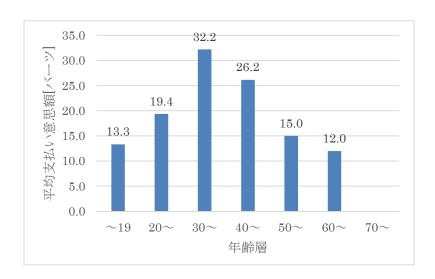


図 6-3 年齢層と平均支払い意思額

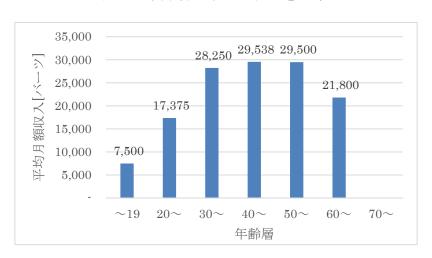


図 6-4 年齢と平均月収の比較

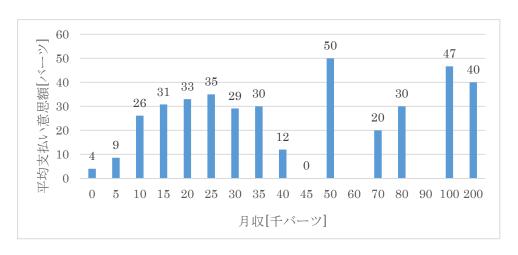


図 6-5 月収と支払い意思額

### (2) 出身地・在住期間

次に、バンコクという都市全体への価値を測る出身地及び在住期間について考察した。図 6-6 に出身地別、図 6-7 に在住期間別の WTP 分布を示したところ、在住 41~50 年の平均値を除くと、在住期間が長くなるにしたがって WTP が安くなる傾向が得られた。在住期間が 10 年以下と短い人はバンコク以外から移り住んできた人が多いが、彼らの WTP が最も高いことはバンコクという都市に価値を見出して移住してきたこと、それまで住んでいた他都市を比較材料にバンコクの大気汚染の深刻さを認知していることなどを示すと考えられる。また在住期間が長くなるにしたがって WTP が安くなることは、その都市の持つ特性に慣れてしまうことが要因として考えられる。

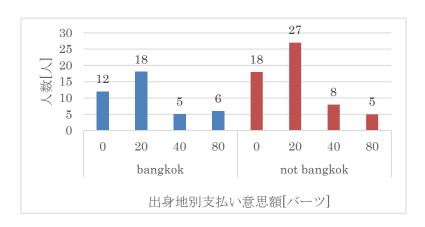


図 6-6 出身地別支払い意思額

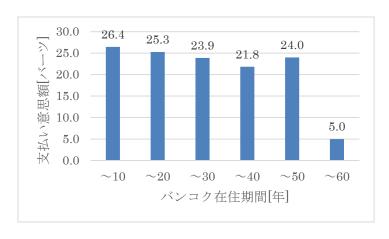


図 6-7 在住期間と支払い意思額

## (3) 性別

男女別の平均 WTP は図 6-8 に示し、性別の持つ影響について考えた。サンプル

対象は男性 43 名、女性 57 名であり、子供の平均人数は男性が 0.62 人、女性が 0.47 人であった。女性の平均 WTP は高いが、子供の人数は少ない。子供を持つ人 ほど WTP は高くなるという仮定は当てはまらなかった。今回の調査では子供の年齢を把握しておらず断言しかねるが、回答者が保護者でなければ、すなわち子供 が成長期でなければ子供の有無は環境意識に影響を及ぼさない。

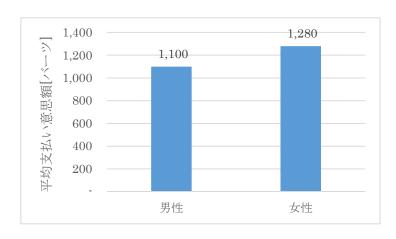


図 6-8 性別と支払い意思額

### 6-8 結論

本報告では、モデル事業における実現可能性調査と付随するコベネフィット評価 指標の開発を行った。その結果を以下にまとめる。

- (1) コベネフィット指標開発に及ばず効果の測定を行った結果、モデル事業は二酸化炭素を 128kt、 $PM_{10}$ を 0.044  $\mu$  g/m³、 $PM_{2.5}$ を 0.018  $\mu$  g/m³削減し、115 万バーツ相当のコベネフィット効果を持つと分かった。
- (2) タクシー全車両に導入した場合は二酸化炭素を 12Mt、 $PM_{10}$ を  $012.0\,\mu$  g/m³、 $PM_{2}$ .  $_5$ を  $49\,\mu$  g/m³削減し、3105 万バーツ相当のコベネフィット効果を持つと分かった。
- (3) PM によるバンコクの大気汚染を解消することの価値は年間 23 億バーツであり、この事業により達成するには 2.8×10<sup>6</sup>台に導入することが必要である。

## 6-9 今後の課題として、

(1) モデル実証事業の精度

タイでは日ごろから深刻な渋滞が発生しており路上実験ではあらゆる障害が 発生する。高速道路と一般道路、平日と祝日などの違いに加え道路工事の有無 などの違いは自動車の走行に大いに影響を与える。

## (2) コベネフィット評価指標の妥当性

評価指標開発のために行ったアンケート調査は計 100 人と少なくバンコクのみを対象としたため、この結果のみを一般化することはできない。また対象として、バンコク市内に在住している人だけでなく、バンコク以外の地域に住む人々にとっての価値を加味することも求められる。

# 参考文献

Information and Communication Technology Centre. (2013) *Transport Statistics Transtat 2013*, Information and Communication Technology Centre, Office of the Permanent Secretary, Ministry of Transport, Bangkok, Thailand

Office of Transport and Traffic Policy and Planning. (2013). *Thailand's experience on Emission measurement and mitigation policies*. Ministry of Transport, Thailand