

平成 21 年度 CDM/JI 事業調査

中国・山東省・済南市における
路線バスへのアイドリングストップ装置取付 CDM 事業調査

報告書

平成 22 年 3 月

一般財団法人 日本気象協会

まえがき

本調査報告書は、「平成 21 年度 CDM/JI 事業調査」の一環として、財団法人地球環境センター(GEC)の委託を受け、一般財団法人日本気象協会が実施した「中国・山東省・済南市における路線バスへのアイドリングストップ装置取付 CDM 事業調査」の成果である。本プロジェクトにより、クレジット期間中に年間約 4,000 トンの CO₂ 排出を削減することができる。

本プロジェクトは、中国山東省済南市にある済南市公共交通総公司の路線バスに後付のアイドリングストップ装置を取り付け、路線バス運行中の停車時にエンジンのアイドリングを停止する。これにより、燃料消費量を削減し、CO₂ 排出量を削減するとともに、エンジン排出ガスに含まれる NO_x, HC, CO, PM による大気汚染を抑制することを目的とする。さらに、燃料消費量の削減の結果として運行経費が軽減されるため、路線バス運行事業者は路線バスのサービス水準を改善し、市民の利便性改善が期待される。

中国では各地で路線バスの更新が進んでいるが、わが国のように新車にアイドリングストップ装置が標準で装着されていることはなく、また、後付けアイドリングストップ装置の装着も行われていない。本プロジェクトで本格導入が実現すれば、中国国内他都市の路線バスへの普及が期待される他、新車への装置取り付けにより長期的にアイドリングストップが全土で実施され運輸部門における大きな CO₂ 排出削減が実現することが期待される。

最後に、本調査に際してご協力いただいた方々に対して、深い感謝の意を表する次第である。

平成 22 年 3 月

一般財団法人 日本気象協会

目 次

1	基礎情報	1
1.1	プロジェクトの概要	1
1.2	企画立案の背景	1
1.3	ホスト国に関する情報	1
1.4	ホスト国の CDM/JI に関する政策・状況等	1
2	調査内容	3
2.1	調査実施体制	3
2.2	調査課題	3
2.3	調査内容	4
3	調査結果	41
3.1	ベースラインシナリオ及びプロジェクトバウンダリーの設定	41
3.2	プロジェクト排出量	43
3.3	モニタリング計画	45
3.4	温室効果ガス削減量	48
3.5	プロジェクト期間・クレジット獲得期間	48
3.6	環境影響・その他の間接影響	49
3.7	利害関係者のコメント	49
3.8	プロジェクトの実施体制	51
3.9	資金計画	52
3.10	経済性分析	52
3.11	追加性の証明	57
3.12	事業化の見込み	60
4	バリデーション	61
5	コベネフィットに関する調査結果	61
5.1	背景	61
5.2	ホスト国における環境汚染対策等効果の評価	62
6	持続可能な開発への貢献に関する調査結果	66

1 基礎情報

1.1 プロジェクトの概要

本事業は中国山東省済南市（人口約 560 万人）の公共交通機関の開発・運営・維持管理を所管する済南市公共交通総会社が運行する大型路線バスからの二酸化炭素排出を削減する事業である。日本で開発されたアイドリングストップ装置は、使用過程車へのアイドリングストップ技術として普及している。このアイドリングストップ装置は、手動でのエンジンオン/オフによる方法よりもアイドリングストップ容易に実行させる装置である。本事業では、大型路線バス 2,000 台に、アイドリングストップ装置を装着し、燃料節減と年間約 4,000tCO₂の排出削減を図る事業である。同時に NO_x や PM 等の大気汚染物質の排出削減も見込まれる。

1.2 企画立案の背景

2006 年 3 月 15 日に全国人民代表会議の承認を受けて公表された「中華人民共和国国民経済および社会発展第十一次五ヵ年計画綱要（第 11 次 5 ヵ年計画）」では、中国政府が拘束性のある数値として、2010 年の GDP エネルギー消費原単位を 2005 年と比較して 20% 削減する目標を掲げている。これを受けて、各都市で政府の計画に基づき路線バス車両の更新が急速になされており、本事業の対象都市である済南市においても同様に、路線バス車両の更新計画がある。一方で、中国において使用過程車に対する GHG 排出削減対策はほとんどなされていない状況で、新車導入後 10 年以上使用される車両への対策の重要性は今後増大すると見込まれる。

提案者らは、世界銀行のケーススタディとして済南バス会社において、アイドリングストップ装置装着による GHG 排出削減事業を提案した実績がある。日本で実績のあるアイドリングストップ技術を中国で CDM 化することは、交通分野 CDM の可能性を広げることになると考え、本事業を企画立案した。

1.3 ホスト国に関する情報

ホスト国：中国

実施場所：山東省済南市 済南市公共交通総公司

1.4 ホスト国の CDM/JI に関する政策・状況等

1.4.1 ホスト国の CDM/JI に関する情報

中国政府は、「CDM プロジェクト運行管理弁法」等において CDM に対する姿勢および CDM として奨励される分野を明確に打ち出している。重点分野は、1) エネルギー効率の向上、2) 新エネルギーと再生可能エネルギーの開発・利用、3) メタンガスと石炭層ガスの回収・利用である。

中国における CDM 政策の最高決定機関（DNA）は国務院によって指定された「国家発

展改革委員会」であり、中国政府を代表して CDM プロジェクトの承認文書を発行する。主な承認手続きの流れは以下のとおりである。

- ① 中国国内で CDM の実施を申請する中国企業や中国資本の株式企業、及び国外協力者は、国家発展改革委員会に申請を行う必要がある。関連部門と地方政府が企業と協力して申請を行うことも可能である。
- ② 国家発展改革委員会は、関連機関に委託して、申請されたプロジェクトについての専門家による審査、評価を行う。期間は 30 日以内とする。
- ③ 国家発展改革委員会は、専門家の審査、評価に合格したプロジェクトを審査理事会へ提出する。
- ④ プロジェクト審査理事会の審査を通過したプロジェクトについては、国家発展改革委員会が科学技術部及び外交部と共同で承認手続きを行う。
- ⑤ プロジェクトを受理した日から 20 日以内（専門家による審査、評価の期間を含まず）に、国家発展改革委員会は、承認をするか否かの決定を下すこととする。20 日以内に決定が出来ない場合、本行政機関の責任者の承認を受ければ、さらに 10 日間の延長が可能である。またその場合、期限延長の理由を申請者に通知する。
- ⑥ 実施機関は、運営機関に PDD のバリデーションを要請し、審査に合格したプロジェクトについては、CDM 理事会への登録を行う。
- ⑦ 実施機関は、CDM 理事会の承認通知を受け取った後、10 日以内に国家発展改革委員会に、執行理事会の承認状況を通知しなければならない。

2010 年 3 月時点で 2,411 件が中国 DNA により承認されている。風力や水力等の再生可能エネルギー案件が多いこと、HFC 破壊等の削減量の大きなプロジェクトが多いことが特徴である。たとえば 2 件を示すと次のとおりである。

- ・山東東岳 HFC23 破壊プロジェクト（年間削減量 1,011 万トン）
- ・ルエタイ 12.2MW 水力発電プロジェクト（年間削減量 4 万トン）

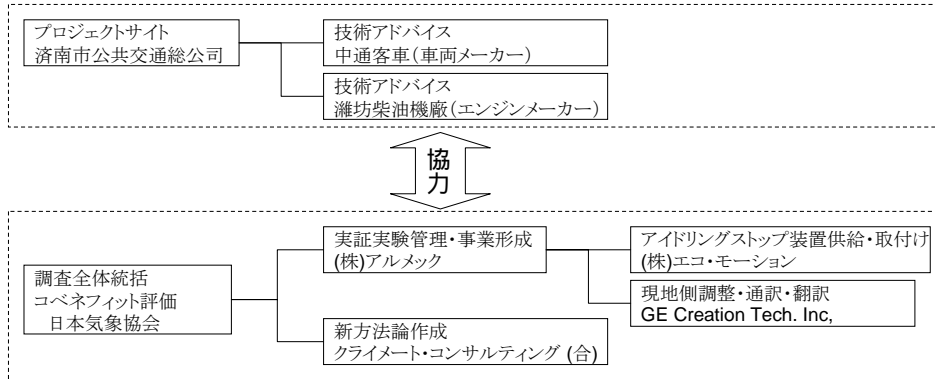
1.4.2 DNA のコメント

国家発展改革委員会環境資源総合利用司（省エネに関する国の主管部門）、中国省エネ協会省エネサービス産業委員会（EMCA）を訪問し、事業概要を説明しコメントを受ける。また、国家発展改革委員会においてプロジェクトの審査を担当する気候変動対応司（旧気候変動弁公室）に対しても、事業概要を説明しコメントを受ける。

2 調査内容

2.1 調査実施体制

2.1.1 調査実施体制図



2.1.2 調査実施に関与した団体名とその役割

一般財団法人日本気象協会	: 調査全体統括、コベネフィット評価
株式会社アルメック	: 実証実験管理・事業形成
クライメート・コンサルティング合同会社	: 新方法論作成
株式会社エコモーション	: アイドリングストップ装置製造・取り付け
GE Creation Tech, Inc.	: 現地調査アレンジ、通訳・翻訳
濟南市公共交通總公司 (技術アドバイザー)	: プロジェクトサイト
中通客車	: アイドリングストップ装着した試験車両のメーカー
濰坊柴油機廠	: ディーゼルエンジンメーカー

2.2 調査課題

① 中国の路線バス車両へのアイドリングストップ装置装着は可能か

これまで中国の路線バス車両へのアイドリングストップ装置装着実績がないことから装着可能かどうか検討する必要がある。装着可能性は、以下の視点から総合的に検討する必要がある。

- 1)物理的に装着可能か
- 2)装着により車両に悪影響を及ぼさないか
- 3)装着により排出ガス（NO_x、HC、CO、PM）が増加しないか
- 4)装着により交通安全性を低下させたり、交通渋滞の原因にならないか
- 5)装着により有効な省エネルギー効果は得られるのか

② 事業スキーム

アイドリングストップによる CO₂ 排出量の削減は1台当たりでは少量であるが、中国の多くの都市で都市交通の主役になっている路線バスの台数は膨大であり、普及により大きな地球温暖化対策効果が期待できる。このことから、事業スキーム検討にあたっては、他

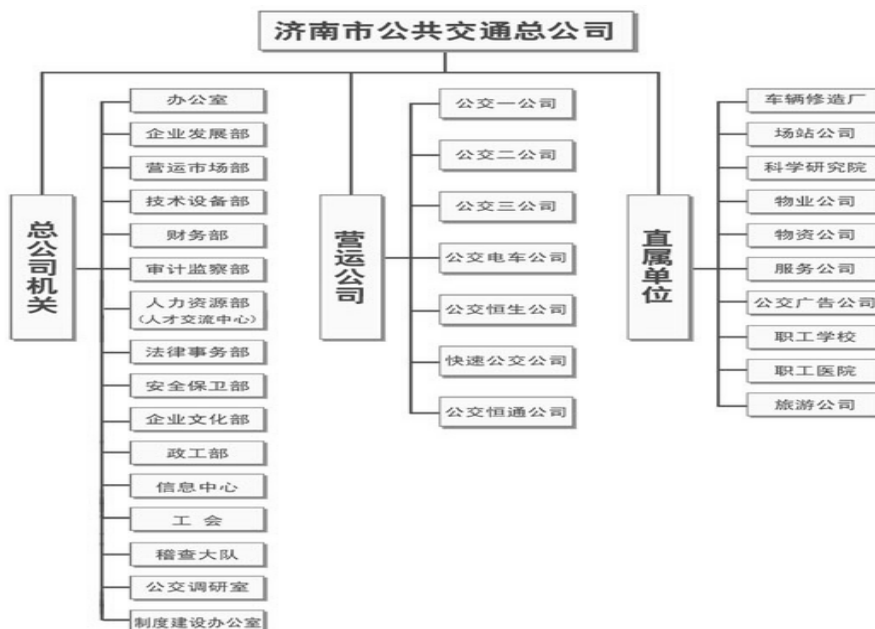
都市でも普及しやすい方法を検討する必要がある。また、アイドリングストップ装置の装着、メンテナンス、操作法の教習、モニタリングなど CDM 事業実施体制も検討の必要がある。

2.3 調査内容

2.3.1 PDD 作成に必要な基本情報の収集

(1) 济南市公共交通総会社の概要

- 従業員数 : 10,300 人
- 車両数 : 4,200 台
 - うち、EuroIII適合の新車は 2100 台、CNG 車 1000 台、150 台はトロリーバス。
- タクシー台数 : 600 台
- 1 日当り走行距離 : 518,000 km
- 1 日当り乗客数 : 210 万人
- 分担率 : 21.4%
- 路線数 : 180 路線 (3,580 km)
- 停留所数 : 停留所 4,615 カ所、ターミナル 77 カ所
- バス利用圏 : 停留所から半径 300m 以内
- 都心部カバー率 : 70%
- 運行時間 : 午前 5:00 – 午後 11:00 (16 時間)



(2) BRT 整備計画の概要

- BRT 路線数 : 9 路線
うち、最初の路線のうち 11.2km は 2007 年 4 月に開業
- 速度向上 : 平均旅行速度 14.5km が 20.0km に向上の見込み
- 待ち時間 : 平均待ち時間 4.6 分が 2.6 分に短縮の見込み
- BRT 1 号線:
- 全長 : 11.5 km
 - 停留所数 : 19 カ所
 - 車両数 : 35 台
 - BRT バスのタイプ : 連節バス、車長 18m、エアコン付き
一般バス、車長 12m、エアコン付き
 - 平均旅行速度 : 時速 22.0km (片道 34 分)
 - 運行間隔 : 平均 3 分間隔
 - 1 日当り乗客数 : 40,000 人 (整備前は 30,000 人)

(3) 輸送エネルギー

済南バスの燃料/エネルギー使用記録によると以下のとおりである。なお、CNG の燃料コストはディーゼルより 50%少なく、トロリーバスのエネルギーコストはディーゼルより 67%少ない。電力の発電源は石炭火力発電所による。

	ガソリン	軽油	電力
年	kL	kL	MWh
2005	664	19,449	8,042
2006	503	23,370	7,199

Note: 1) ガソリンは 600 台のタクシー用
2) 軽油は 2,500 台のバス用 (142 百万元相当=約 20 億円)
3) 電力は 150 台のトロリーバス用

(4) 燃料費

軽油価格は 6.1 元/liter (約 92 円/L)、ガソリンは 6.08 元/liter、CNG は 3.08 元/m³。

(5) 収入

済南バスの運賃は普通バス 1 元、エアコン車 2 元の一律運賃である。但し、IC カードで支払った場合には 10%割り引かれる。

済南バスの運賃収入は下表のとおりである。

年	年間収入 (元)	US\$換算 (US\$)
2005	18,730,000	2,714,500
2006	13,986,000	2,027,000
2007	15,930,000	2,230,870

Note: US\$1 = 6.9 Yuan

年	年間 軽油消費量 (kL)	単価 (元)	年間軽油 購入費用 (元)	年間軽油購入 費用 US\$換算 (US\$)	5%の 省エネ効果 (US\$/年)
2006	23,370	6.10	142,567,000	20,661,884	1,033,000

(6) 車両

済南バスには約 4,000 台の車両がある。このうち、都市部で運行する主な EuroIII 適合車は、以下のとおりである。このほか、市内には EuroIV 適合車も見ることができる。

	車型 1	車型 2	車型 3	車型 4	車型 5	車型 6
モデル	青年 JNP6120G	中通 LCK6180G	黄海 DD6181S03	中通 LCK6112G3	金旅 XML6105 空調	金旅 XML6105 普通
台数	40	55	60	230	200	240
製造年	2008	2007				
車長	12,000 × 2,550 × 3,076	17,990 × 2,540 × 3,260	17,980 × 2,550 × 3,080	11,490 × 2,500 × 3,380		
排気量(cc)	8,900	11,600	8,900	6,234		
功率	206kw /2000rpm	247				
車両重量 kg	11,550	16,600	17,100	11,500		
排ガス基準	国III	国III	国III	国III	国III	国III
燃料	軽油	軽油	軽油	軽油	軽油	軽油
変速箱型号	VOITH	VOITH	ZF	基江 1205	基江 1205	基江 1205
AT/MT	AT	AT	AY	MT	MT	MT
運行記録計	有り	有り	有り	有り	有り	有り
備考	BRT・空調	BRT 接続 車・空調	接続車		空調	

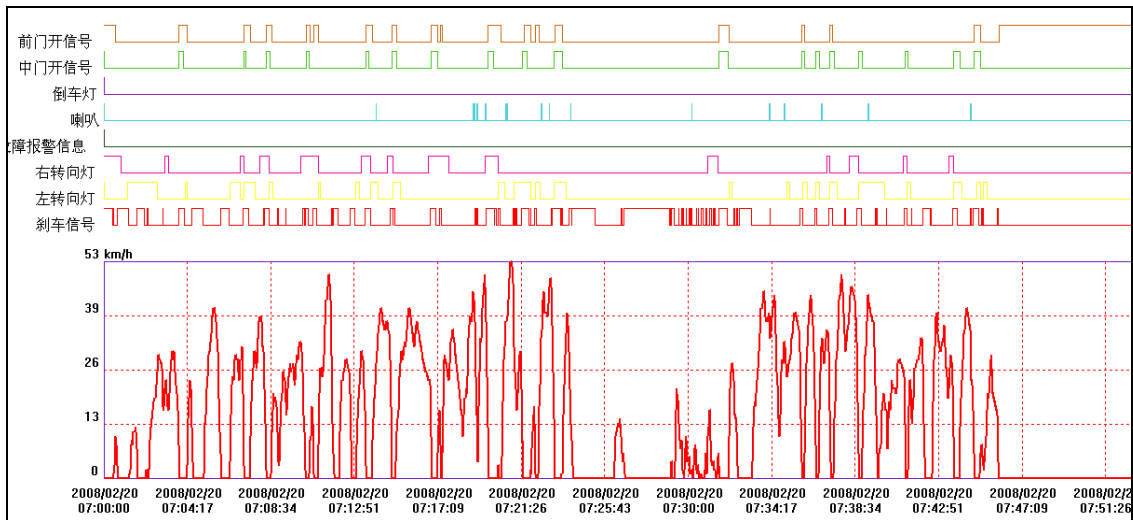
Topics 中通客車がエコカーの大型受注契約を締結 (2009 年 4 月 1 日)

証券時報によると、中通客車が先ごろ、エコカーの大型受注契約 2 件を締結した。中通客車が 4 月 1 日に発表した情報によると、同社は済南市電動汽車運営有限公司、済南市公交総会社とそれぞれ契約を締結。両社は中通客車から電気バスとハイブリッドバスをそれぞれ 100 台、80 台購入するという。総額は 2 億 1900 万元(約 31 億 6300 万円)。

原文：<http://finance.ifeng.com/stock/ssgs/20090401/499213.shtml>

(7) 運用

1 台のバスを 2 人の運転手が交代で運行し、路線 36 では 1 日 7 往復の運行をしている。路線番号 3 の運行記録 (2008 年 2 月 20 日) によると、7:00~7:50 の運行時間中のおよそ 25%は停車時間であった。(出典: 済南公交)



(8) 路線の状況

主要バス 路線番号	交差点数	信号数	停留所数	バス台数
1	37	29	24	43
102	35	31	30	58
4	29	35	22	42
101	29	26	22	42
5	27	27	20	37
35	36	34	22	32
18	25	17	25	44
11	24	18	20	32
118	32	30	29	31
3	22	22	19	32
BRT-1	24	24	17	31
7	25	21	27	29
79	23	15	27	31
78	29	21	28	38
76	44	18	27	28
80	23	15	23	26
117	28	19	25	30
75	22	14	26	27
2	23	18	19	27
15	29	23	19	25
16	22	14	24	23
19	32	19	26	32
115	36	19	31	25
106	28	17	38	36
49	24	24	23	28
89	22	22	34	28
52	32	29	34	32
57	26	25	37	30
50	40	38	27	26
56	30	30	38	24

2.3.2 現地調査の結果

第1回、第2回、第3回及び第4回現地調査報告書を巻末に付す。

2.3.3 アイドリングストップ装置の装着可能性

運輸部門のエネルギー消費量削減の要請が高まっている今日、信号待ちなど短時間停止

でのアイドリングストップは自動車のエネルギー消費削減の推進において、有効な手段の一つと考えられている。既に路線バス車両や乗用車で、自動でアイドリングストップする自動車が発売されており、その普及が期待されている。しかし、新たに車を買換える必要があることが、普及を遅らせる要因の一つとなっていることは否めず、信号待ちアイドリングストップの早期普及の観点からは、既に保有されている車両に対して、何らかの施策を講ずることが必要である。

イグニッションキーでのエンジン停止・始動操作では、煩わしさのためその実施に限界があるといわれており、後付可能なアイドリングストップ支援装置（以下、後付装置）を導入することは、ドライバーへの負荷軽減に効果的と考えられる。

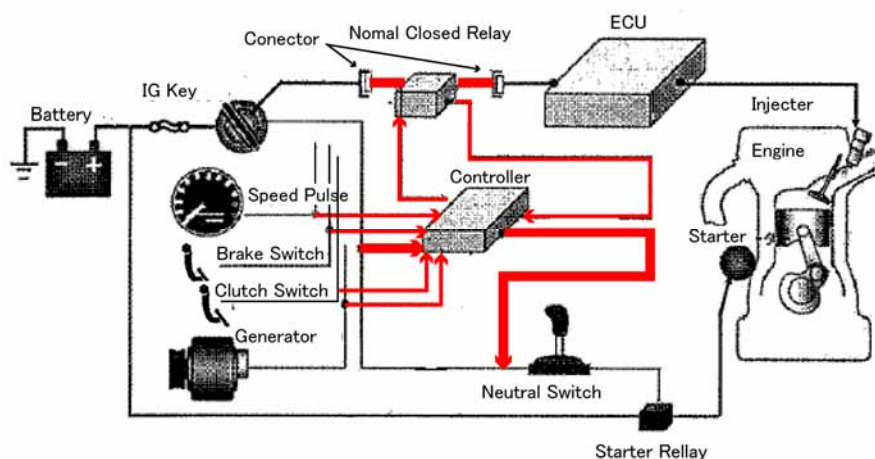
後付装置は、車両のイグニッション回路の途中に組み込んでエンジンの停止と始動を制御することができる装置となっている。なお、新車にメーカーが先付けで組み込んだ装置は、対象車種固有の制御によりアイドリングストップ機能の高度化が図られているのに対して、後付装置はメーカーの違右車両にも取付けできるように汎用的な制御を目指して機能を単純化しているのが特徴である。

(1) アイドリングストップ装置の仕組み

アイドリングストップ装置（エコスターター）の取付け図を以下に示す。

図中、赤線が配線であり、細線は通信線、太線が電線を示している。

エンジン停止、再始動の仕組みは、(2) アイドリングストップ装置の操作方法に示す状態を信号線で感知するとイグニッション回路の途中に組み込んだコントローラーからエンジンの停止と再始動を制御するものである。



後付装置はイグニッションキー周りの変更を主体にしており、自動車側での基本的制御機能（例えば、シフトDまたはRレンジではエンジンが始動しない）に抵触しない機能構成となっている。また、専用のハーネスを用意し車両側を傷つけることなく配線・取り付けができるよう考慮されており、日本ではほとんどの国産乗用車（及び一部のトラック）

を取り付け対象としている。

(2) アイドリングストップ装置の操作方法

キー操作によるエンジンの停止と始動は、ドライバーにとって負荷が大きい操作となっている。後付装置は専用のスイッチを操作する方法（マニュアル操作）と車両のシフトレバーを操作することによる方法（半自動）の 2 種類が用意されており、ドライバーの負荷を改善する操作性のしやすさが施されている。これにより、信号待ちアイドリングストップ実施時のドライバーの負荷を軽減し、アイドリングストップの実施率を上げることが狙いとなっている。

(クラッチペダルによる場合)

停止	車速 0km/h	}	+ クラッチを繋ぐ
	フットブレーキ：ON		
	シフト：N位置		

再始動

	フットブレーキ：ON	}	+ クラッチを切る
	シフト：N位置		

(3) 予想される装着影響

アイドリングストップ装置装着により予想される影響として、以下が挙げられる。これら項目について次節以降、検討を行う。

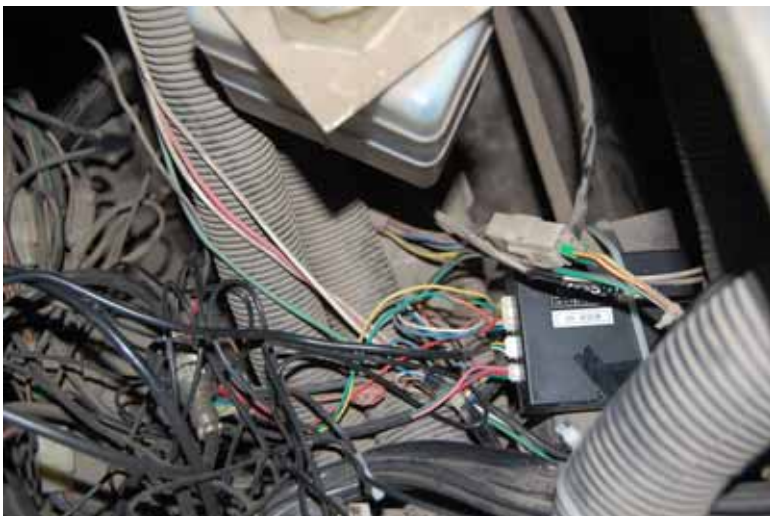
- 1) 省エネルギー効果
- 2) 車両影響
 - ・ スターター：アイドリングストップによる始動頻度と耐久寿命との関係を提示
 - ・ バッテリー：寿命低下の可能性および程度を提示、走行時のバッテリー上がり可能性
 - ・ エンジン：ターボチャージャー付きエンジンの温度低下
- 3) 排ガス-NOx、HC、CO、PM の排出増加
- 4) 交通事故・交通渋滞
 - ・ 交通安全性への影響（制動力低下の可能性）
 - ・ 発進遅れによる渋滞悪化の懸念



アイドリングストップ装置装着車 外観



アイドリングストップ装置装着車 車内



アイドリングストップ装置取付け済み（フロントダッシュボード内側に格納）

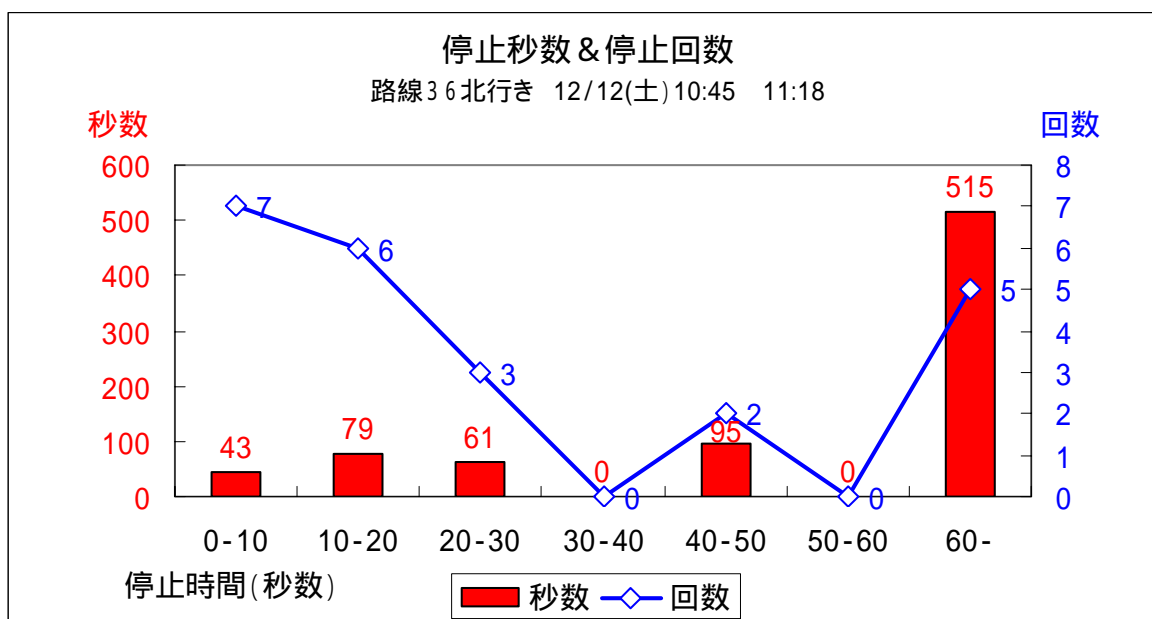
(4) 省エネ効果（残存使用年数および走行時間中のアイドリング時間率で効果的な車両を特定）

1) 運行実態

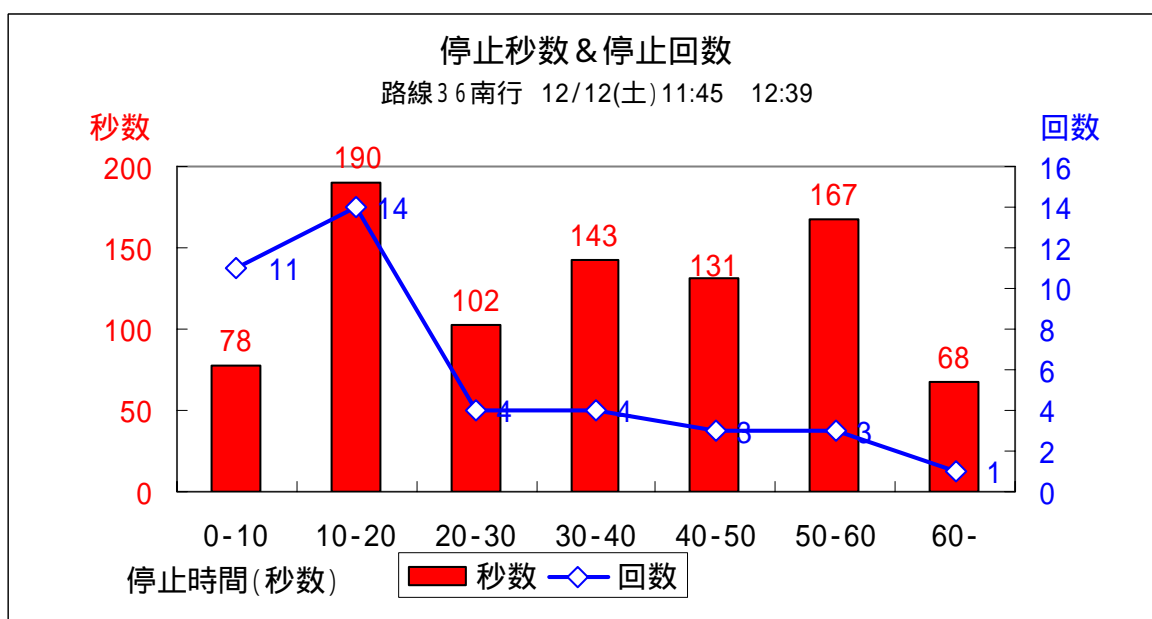
ア 運行実態調査

アイドリングストップ装置装着車両の運行に同乗し、停止回数・停止秒数を実測した。

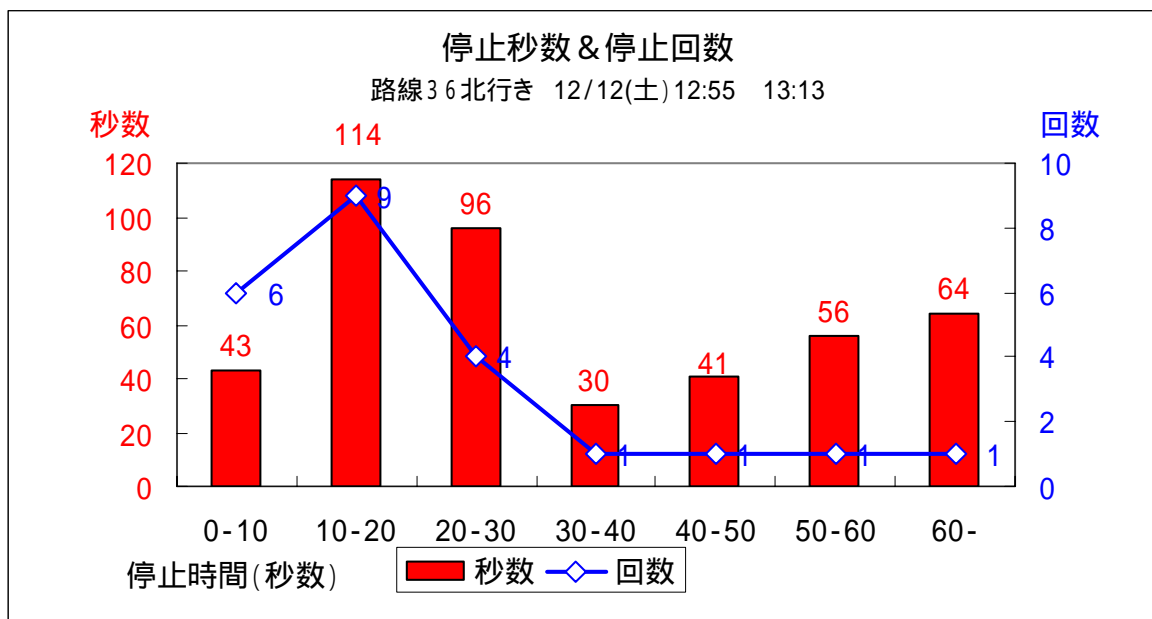
(ア) 路線36北行き 12月12日(土) 10:45→11:18



(イ) 路線36南行 12月12日(土) 11:45→12:39



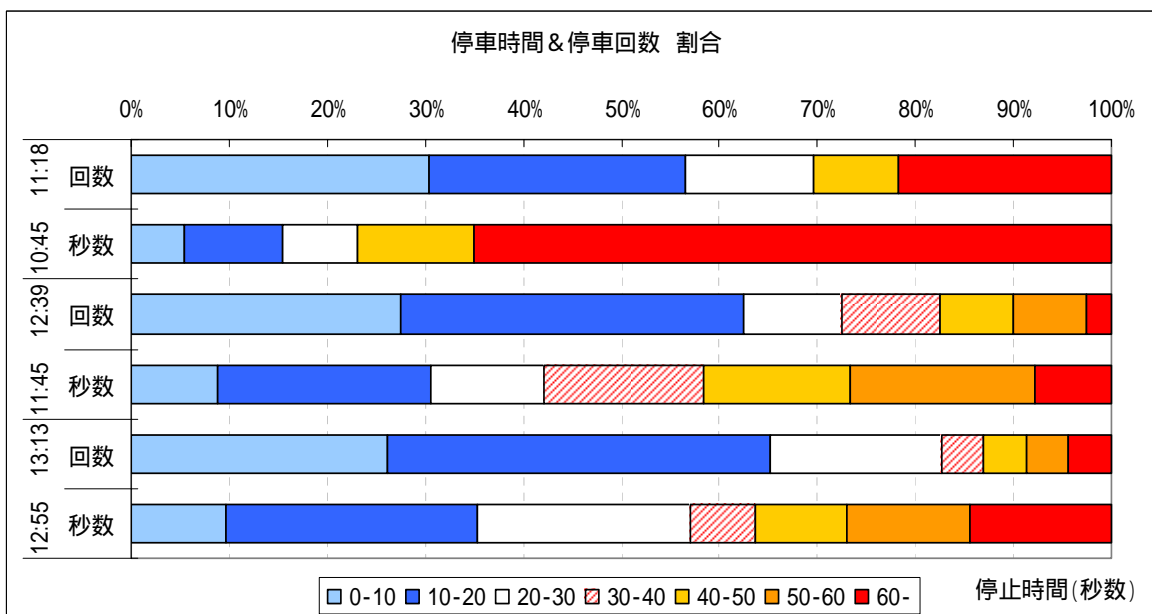
(ウ) 路線 36 北行き 12 月 12 日(土) 12:55→13:13



(エ) まとめ

30 秒以上の停止回数は、全停止回数の 20~30%に過ぎないが、全停止時間に対する割合は 50~75%を占める。

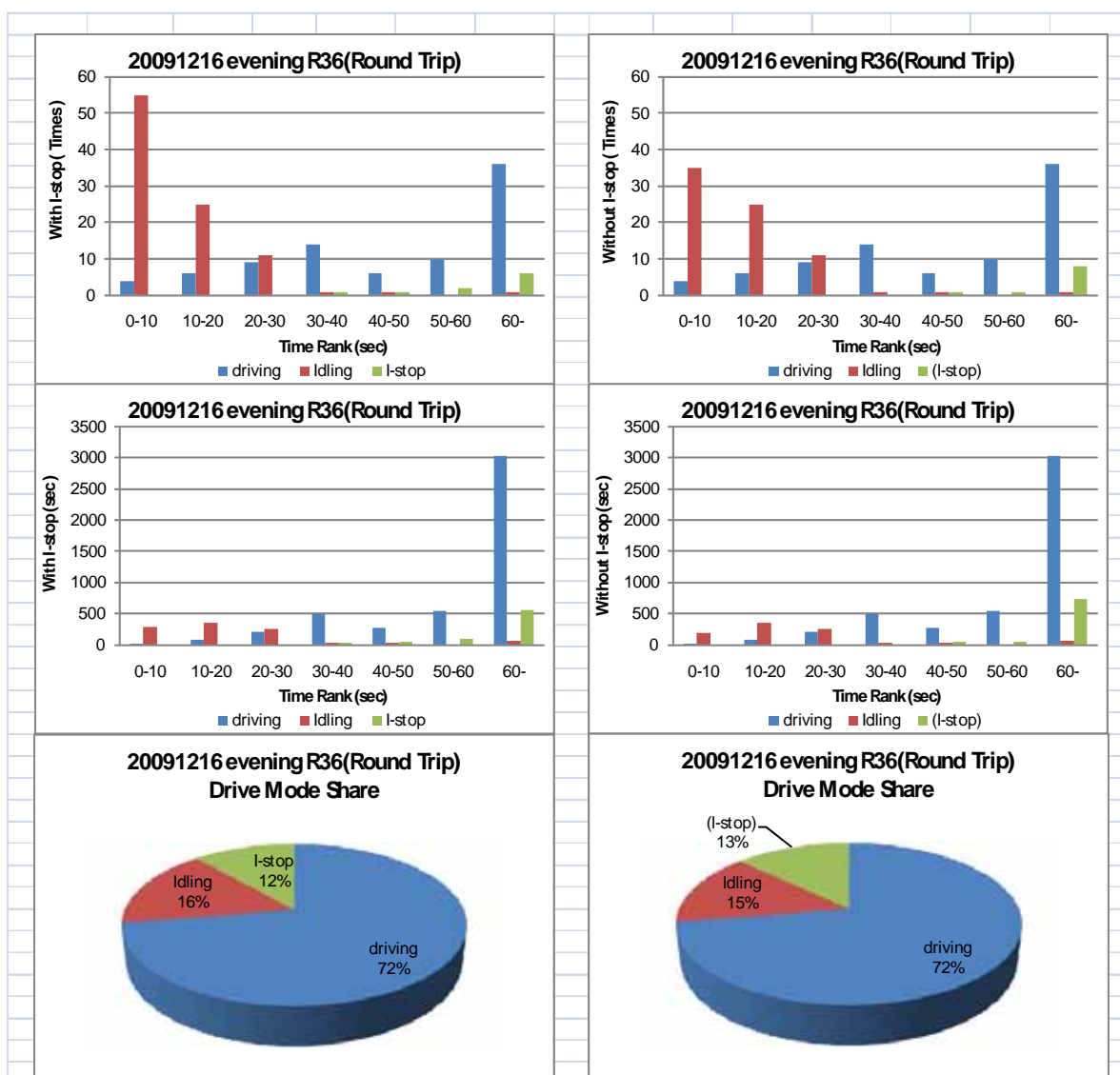
- すなわち、停留所や交差点での停車の場合、5 回に 1 回アイドリングストップすると
- 1 日 100 回のアイドリングストップになる
- アイドリングの燃料消費の 40~80%を節減できる。

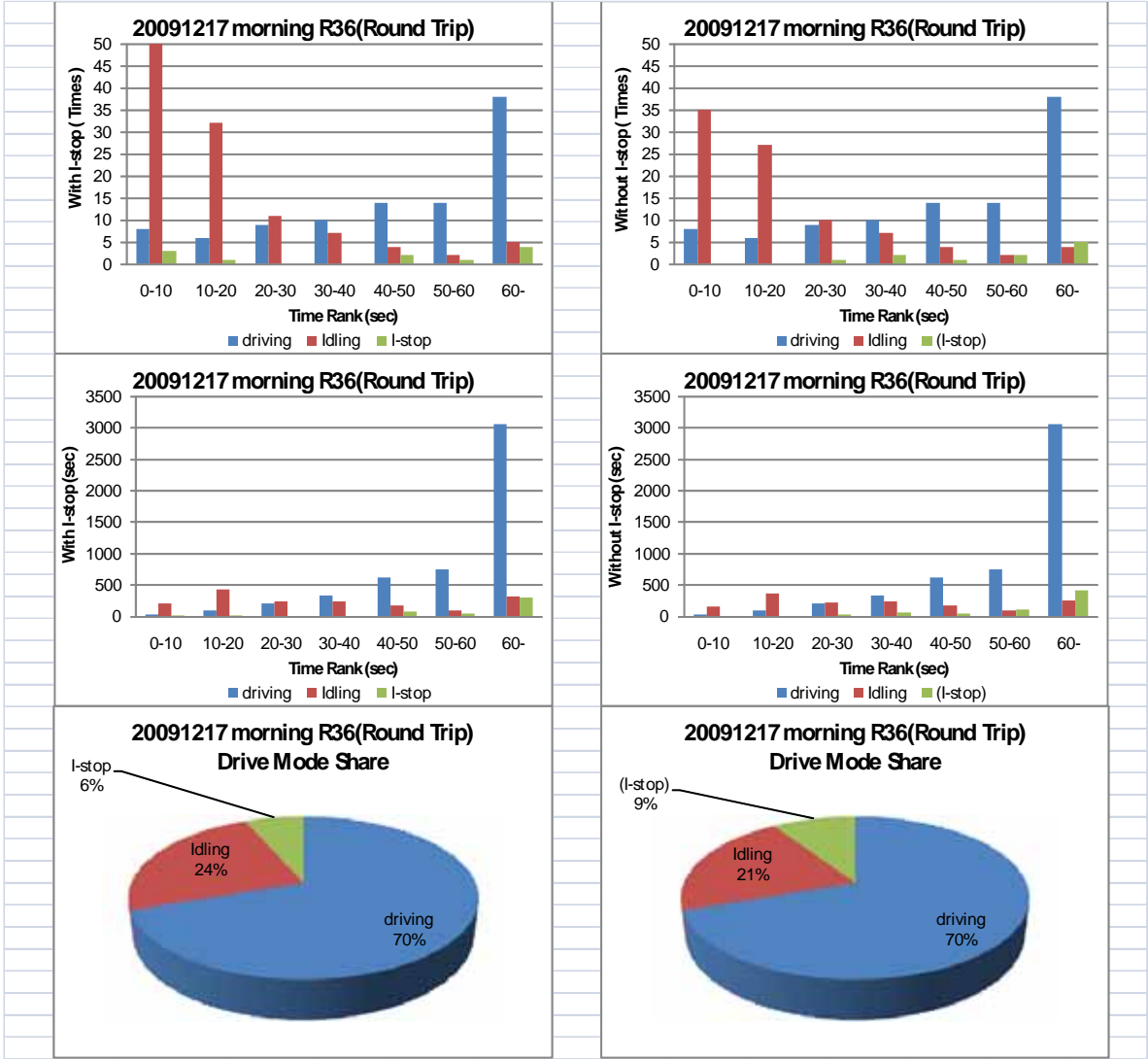


(参考) 西鉄バスでは、ドライバー評価にあたり 30 秒以上のアイドリングストップで高評価、10 秒以下のアイドリングストップは低評価としている。平均して 1 日 100 回から 120 回のアイドリングストップを実行中。

イ アイドリングストップ装置付属の記録装置による運行実態、アイドリングストップ実態
 アイドリングストップ装置（エコスターター） 付属の記録装置（SD カード） から運行実態、アイドリングストップ実態を整理した。下図中、“With I-stop”はアイドリングストップ実施時の走行・アイドリング・アイドリングストップ回数と時間割合であり、“Without I-stop”はアイドリングストップを実施しなかったと仮定した場合である。アイドリングストップを実施するとアイドリングストップの前後に短時間のアイドリングが発生する点が異なる。

これらのデータから、運行時間中の約 30%は停止しており、約 60 秒以上の停止時にアイドリングストップすると全運行時間の 6~12%をアイドリングストップすることができる。





ウ アイドリングストップ装置使用状況

2009年9月から2009年12月16日までのアイドリングストップ装置使用状況は、下表のとおりである。

1日14時間運行したとすると、88日間の運行に相当する。

アイドリングストップ時間は約82時間であり、運行時間に対するアイドリングストップ時間割合は6.7%である。この車両が2人の運転士が運行するが、必ずしも2人のドライバーともアイドリングストップを励行しているわけではないとみられ、励行した場合のアイドリングストップ時間割合は、今回のデータよりも高くなると考えられる。

走行時間 (時：分：秒)	アイドリングス トップ時間 (時：分：秒)	運行時間に 対する割合
1,148:48:58	82:12:00	6.68%

2) アイドリング時燃料消費率調査

ア 満タン法

(ア) 満タン法調査の実施

当該路線バスは2日に一度、始業時に車庫でタンクローリーから給油する。12月17日(木)6:50にタンクローリーからほぼ満タンまで給油後、運行開始までの僅かの時間に満タン法によるアイドリング時燃料消費率調査を実施した。

満タン法の手順を以下に示す。

- ・タンクローリーからほぼ満タンまで給油後、バケツに注いだ軽油を再度給油タンクに注ぎ、目印とした給油口の鉄板の継ぎ目まで注いだ。
- ・給油口蓋をしめ、10分間アイドリングを実施後、エンジンを停止した。
- ・メスシリンダーを使って、燃料タンク内の油面が目印線に到達するまでの注油し、その注油量を測定した。
- ・測定結果(注油量) 280cc/10分間アイドリング



(イ) 満タン法による燃料消費率調査の問題点と対策

目視により目印線まで注油する方法では、油面の面積が広い場合には注油量を正確に量りにくい場合がある。調査精度を確保するために以下の対策を講じる。

第2回現地調査時の満タン法試験は、バスの運行開始前の約15分という短い時間内で実施した。装着車両の所属する車庫には給油設備がなく毎朝運行開始前に給油車が車庫に来て給油する。バスは通常2日に1回給油する。今回の試験では、給油時に極力満タンにまで給油しても、空気泡が含まれるため落ち着くと油面が低下したり、また、バス車両は給油後に次の車両の給油の妨げにならないように車庫内の空きスペースに移動するために燃料を少量ながら燃焼することから満タンを実現できず、給油口付近の板金の継ぎ目を目印に試験を実施せざるを得なかった。

しかし、以下の写真に示すように、別の車庫で実施したときには満タンが実現できた(別の車両)。給油口からあふれる瞬間とすると、目視によらず満タンを確認できることがわかった。

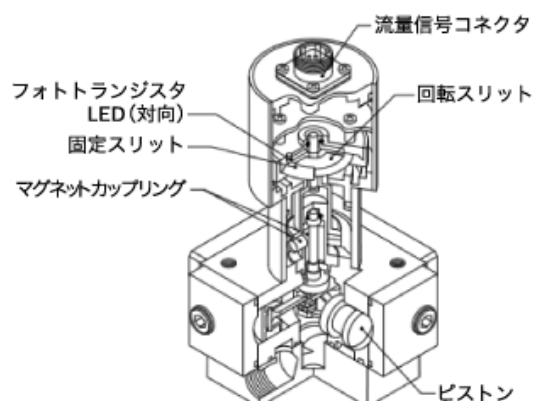
以上のことから満タン法は、日常運行の中で実施するのではなく、運行休止して実施する整備点検業務の一環として実施するように働きかける必要がある。



イ 流量計による方法

流量計の原理

流量検出部に放射状に配置された4個のピストンは、入口から出口へ流れる液体によって往復運動を繰り返す。そのピストンの動きは、クランクシャフトにより回転運動となって、マグネットカップリングされた回転検出部に伝えられる。回転検出部のロータリエンコーダは、ピストンの移動容量に応じたパルス信号を発生し、流量計演算表示部において、瞬時流量・積算流量を演算表示する。パルス信号の発生は、90度の位相差をもつ2組の投・受光素子により行われ、回転方向を判別することにより逆流・脈流による影響を受けずに正確な流量測定を行うことができる。



出典：小野測器(株)HP

http://www.onosokki.co.jp/HP-WK/products/category/flow_relate.htm

容積式流量検出器を燃料タンクの流出管・流入管に設置し両方の流量の差分から燃料消費量を図ることができる。小流量・低圧力損失タイプ (FP213S) は、センサー部 75 万円、表示器 65 万円で、あわせて 140 万円と高価であること、また燃料タンクの配管を外して計測する必要があるなどが難点である。

ウ 空気流量からの算出

(ア) ガソリン車

ガソリン車の場合、車両診断コネクタ (OBD II) からアイドリング時の空気流量 (g) を測定し、燃料消費量を計算することができる。

$$\text{燃料消費量(L)} = (\text{空気流量(g)} \div 1,000) \div \text{空燃比} \div \text{比重}$$

理想空燃比：14.7(ガソリンが完全燃焼するための比率で、ガソリン 1g に対して空気が 14.7g で燃焼を行えば完全燃焼するといわれている)

したがって、OBD II の信号データロガーを用いて、アイドリング時の空気流量を連続測定することにより、燃料消費量を算出することができる。

(イ) ディーゼル車

ディーゼル車の場合、ガソリン車と同様とする。但し、ディーゼルエンジンでは空気の量を多く (燃料を少なく) しており、理論空燃比ではないので補正係数を導入する必要がある。

3) 排出削減効果

- ・バスの台数 : 2,000 台
- ・アイドリング時の燃料消費量 : 軽油 280cc/10 分間アイドリング (0.467cc/sec)
- ・年間の積算アイドリング時間
 - 日当たり運行時間 : 14 時間/日
 - 年間運行日数 : 365 日
 - 停車率 : 30%
 - アイドリングストップ実施率 : 33%
 - 運行時間に占めるアイドリングストップ時間率 : 30%×33%=10%
 - 年間の積算アイドリングストップ時間 : 14 時間 x365 日×10%=511 時間/台年
- ・アイドリングストップ回数 : 70 回/台・日

年間省エネ量

$$2,000 \times 365 \times ((14 \text{ 時間} \times 10\%) - 70 \times 5 / 3600) \times 1.68 = 1,598 \text{ kL}$$

@6,000RMB = 約 959 万 RMB……省エネ効果

CO₂ 排出削減量 4,155tonCO₂/年

年間燃料消費量 2,000×365×0.06=43,800kL とすると省エネ率は 3.6%となる。

(5) 車両影響の検討

始めに、車両影響に関する既往調査結果を整理する。

項目	要点	出典	
全般	アイドリングストップを行う場合には、適正な定期点検や部品交換時期に留意しなければならない。	短時間のアイドリングストップの有効性実測報告書 (1999、交通エコモ財団)	
	エンジン始動頻度の増大にあわせて始動系部品の強化が必要		
エンジン寿命	西鉄バスでは、信号待ちや長い停車時間にエンジンを停止するアイドリングストップの取り組みを、1958年から実施している。1日平均のアイドリングストップ回数は約70回。このアイドリングストップにより1年間に軽油の使用量を1,073kl、またCO ₂ の排出量を2,816t削減している。(2,800台×30秒×70回×365日で算出)	http://www.nishitetsu.co.jp/n_news/backnumber/n0505/talk3_main.htm 西日本鉄道 Homepage	
ターボチャージ			
バッテリー	バッテリー電力の消費量はディーゼル大型車で0.21Wh程度であり、エンジン始動後10～30秒以内に90%が充電されている。この事実から見て頻繁なエンジン停止、再始動によるバッテリーの消費電力はほとんど問題とされないと考えられる。	エンジン始動時のNO _x 排出量、燃料消費量に関する基礎的検討(1999、東京都環境科学研究所年報)	
	バッテリーを補強する。(バッテリー大容量化や補助バッテリー搭載など)		路線バス用アイドリングストップ&スタートシステムの技術紹介(自動車技術、2000)
	相当な頻度でアイドリングストップを行ってもバッテリーの寿命に大きな影響は与えないと考えられる。また、アイドリングストップが直接の原因となってバッテリー上がりが発生する可能性はほとんど無いと推定される。		後付アイドリング装置に関する検証事業
スターターモーター	セルモーターの交換時期の目安を知るためのセルモーター使用回数カウンターを搭載	アイドリングストップ走行調査	
	実用上の耐用始動回数は約6万回と推定。一般的には耐久性は問題ないが、一部では超えることが考えられる。スターターの耐久性に関する主な要因は摩耗であり、部位としては特にブラシおよびピニオンが該当する。これらの劣化は、スターターに実際に負荷がかかっている時間(クランク時間)の累積に伴って進行すると考えられる。	後付アイドリング装置に関する検証事業	
エアブレーキ	真空倍力装置が停止するためブレーキペダルを何度も踏みなおすとブレーキが利きにくくなるおそれがあるので、ブレーキペダルの踏み直しをしないように習慣づける。		
アイドリングストップ装置	装置の各部位の点検および装置取付後のモニター走行に関するアンケート調査から、トラブルは認められないことから信頼性は十分確保されているといえる。	後付アイドリング装置に関する検証事業	

また、車両影響の視点からではなく、心理的・社内環境的の対応によるアイドリングストップ実施向上策として、以下の提言がまとめられている。

(出典：「平成13年度アイドリングストップ走行調査」、財団法人省エネルギーセンター)

[アイドリングストップの実施意欲をあげるために]

アンケート調査よりアイドリングストップを行わない理由として、社内環境（エアコン停止、カーナビとオーディオ類の一時停止など）の低下と、車両電装類（バッテリー、セルモーターの頻繁な使用による劣化など）故障への不安をあげている。これらの問題をある程度防ぐ工夫ができれば、実施意欲はあがる。

例1) 車内アクセサリーの一時中断を回避するための補助バッテリー搭載など

例2) バッテリー上がりを気にしないためのバッテリー残量メーターなどを搭載

例3) セルモーターの交換時期の目安を知るためのセルモーター使用回数カウンターの搭載

また、人間心理としてアイドリングストップ実施による利益（効果）をリアルタイムで提示することも実施意欲向上には有効と考えられる。

例4) アイドリングストップ実施時間と実施回数を表示するためのカウンターの搭載

例5) ガソリン節約量を提示する機器などの搭載

1) バッテリー

アイドリングストップ実施による車載バッテリーへの影響は、以下の2点が考えられる。

- ・短期的影響：走行時のバッテリー上がり可能性
- ・長期的影響：放電回数の増加による寿命低下の可能性

ア 短期的影響（バッテリー上がり）の検討

アイドリングストップ装置装着車を対象にアイドリングストップ実施時のバッテリー電圧を1秒間隔で連続測定した。なお、ディーゼルバスのバッテリーは出力12V×2で24Vを定格出力としているが、今回は片側のバッテリー12Vの電圧を測定した。



電圧測定結果を下図に示す。

下図は、済南バス路線 No.36 の2009年12月17日（木）7:10～9:30の運行データと電圧データの重ね合せ図である。赤線は測定電圧、青線はドライブモードで、走行：14V、アイドリング：13V、IS：12Vにプロットしている。

所見

- ・ 0～100 秒は電圧測定器の取り付け時
- ・ 100～700 秒はアイドリング時燃料消費量調査のためのアイドリング、電圧測定器の取り付け調整のために端子を一時はずした時がある
- ・ 700～1,000 秒のエンジン停止は、満タン法による燃料消費量測定によるエンジン停止
- ・ その後のアイドリングストップ中にバッテリー電圧は 12.5V 程度に低下し、スターターモーター起動で一時的に 10V くらいまで低下するが、エンジン起動後 40 秒程度で電圧はアイドリングストップ開始前の水準に回復していることがわかる。

例	3,510 秒	アイドリングストップ開始	: 14.17V
	3,578 秒	アイドリングストップ終了	: 12.3V
		(アイドリングストップ終了時も公称電圧 12V は維持される)	
	3,579 秒	エンジン再始動	: 10.6V
	3,614 秒	走行	: 14.14V
		(エンジン再始動後 35 秒でアイドリングストップ開始時の電圧に回復)	

この結果から、アイドリングストップを原因としてバッテリー上がりすることはないと結論できる。

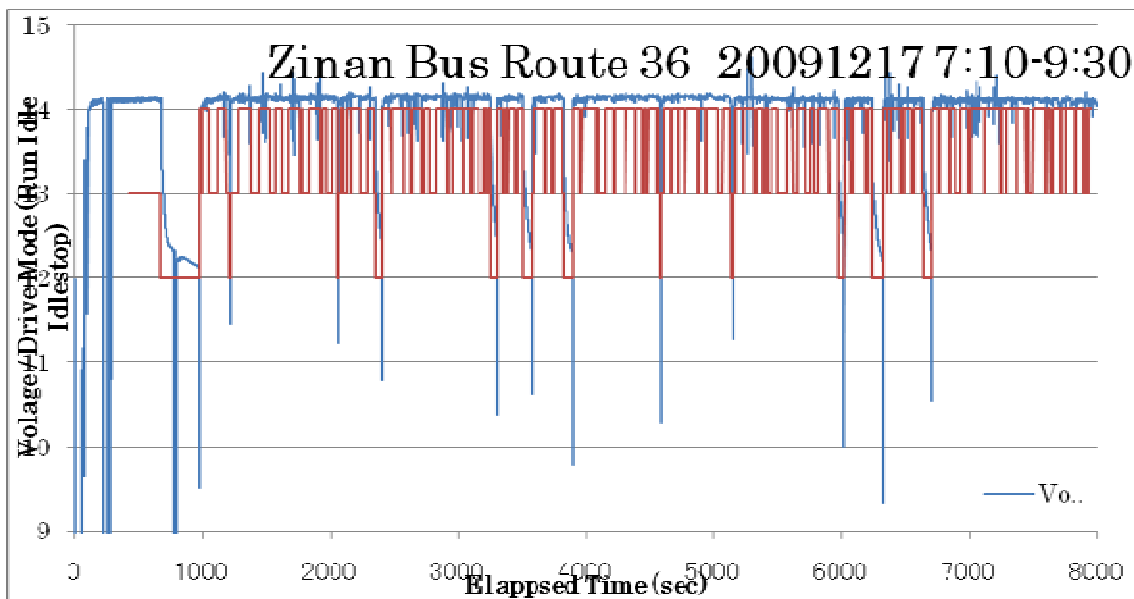


図 1 アイドリングストップ時のバッテリー電圧変動

イ 長期的影響（放電回数の増加による寿命低下の可能性）の検討

長期的影響については、文献調査を実施した。以下は、「後付アイドリングストップ装置に関する検証事業報告書、(財)省エネルギーセンター」からの抜粋である。

バッテリーの劣化は、所定の充放電を繰り返し実施した場合に、繰り返しサイクル数と放電時の端子電圧低下により判定される。

実走行データをもとに充放電パターンを作成し、アイドリングストップを実施した場合の充放電状況を模擬した台上耐久試験の結果を下図に示す。バッテリーの耐久性は電流と時間が関係するので、アイドリングストップの因子としては回数ではなくアイドリングストップ実施時間比率を選択した。試験 No.1 はアイドリングストップをしない通常の走行、試験 No.3 はアイドリングストップ実施時間比率 30%の走行、試験 No.4 は同じく 50%の走行を模擬している。実施時間比率 30%は、モニター走行のデータや過去の走行データから、後付装置で最大限にアイドリングストップを実施した場合に相当し、同 50%は限界を確認するため設定した条件である。

実施時間比率が 50%の場合 (No.4) は、バッテリーの劣化が激しいが、実施時間比率が 30%の場合 (No.3) は、通常の走行 (No.1) とバッテリーの劣化はほとんど変わらない。この結果から、相当な頻度でアイドリングストップをしても、バッテリーの寿命に大きな影響を与えないと考えられる。因みに、済南市公共交通総公司で実施したアイドリングストップ実施率調査での実測実施率は 7~12%であった。

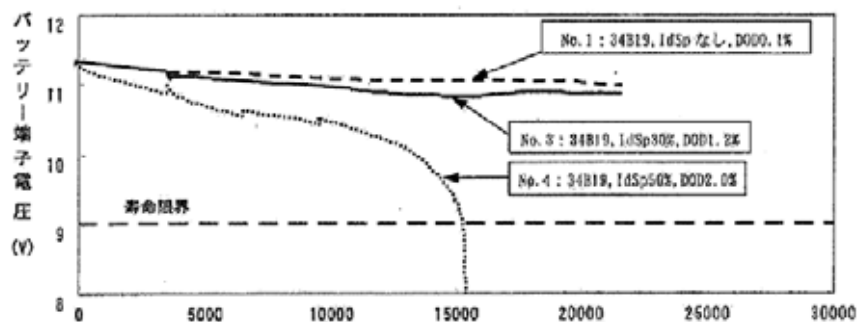


図 2 バッテリーの耐久試験結果

出典：後付アイドリングストップ装置に関する検証事業報告書（財団法人省エネルギーセンター）

[バッテリー影響の予防策]

アイドリングストップ時間比率が高い (50%) 試験では、約 15,000 サイクルで電圧が 9V 未満に低下しており、寿命を迎えている。しかし、この試験でもバッテリー容量をアップ (34B19→55D23) した場合、明確な劣化は見られなかった。したがって、バッテリー容量をアップすることはバッテリーの耐久性に関して明らかに有利である。また前照灯を消灯するなどバッテリーへの負荷を低減することも寿命低下を防ぐのに有効である。

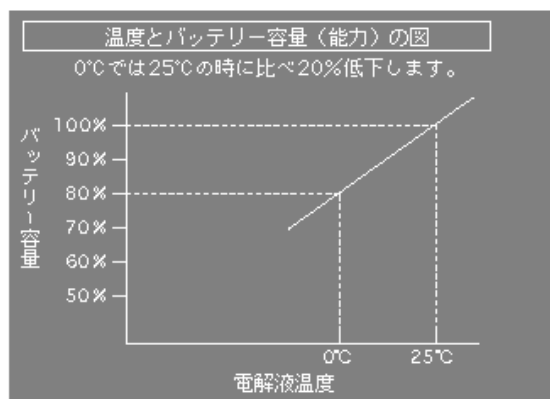
ウ 低温対策

済南は温帯の半湿潤大陸性気候に属し、四季がはっきりしている。春は乾燥し雨が少なく、夏は暑く雨が多く、秋はさわやかで、冬は乾燥して非常に寒く 1 月の平均最高気温は 3.6℃、平均最低気温は -5℃ と低い。年平均気温は 14.3℃、年平均降水量は 661mm である。

寒冷環境下ではディーゼルエンジンはシリンダー内の温度が上がりづらく、始動性が悪化するため、副室式ではグロープラグ、直噴式ではインテークヒーターを使い、数秒から数十秒のプレヒートと、始動直後の安定燃焼のためのアフターヒートが必要となる。以前は予熱時間の長いものが多く、ガソリンエンジンと比べると不便を感じたが、現在ではほとんど意識する必要の無いほどに改良されている。キャブレター式のガソリンエンジンが始動できないような極低温時でも、ディーゼルエンジンは予熱さえ行えば、確実に始動させることができる。

気温が下がるとエンジンオイルの粘度が増加し、クランキングにより大きいトルクが要求される。また、燃料も気化しにくくなり着火しにくくなるため、相対的にバッテリーの力は弱くなる。一方バッテリーの能力は温度の低下とともに小さくなる。外温度とエンジンの要求トルク、バッテリーパワーの関係を表にすると次のようになる。

外気温	始動要求トルクの増加	標準バッテリーパワーの低下
27℃	100%	100%
0℃	155%	65%
-18℃	210%	40%



この表で見るように外気温の低下と共に大きなパワーが必要なのにバッテリーのパワーは低下する。バッテリーは化学反応に基づいてパワーを放出するため、温度が上昇すると反応が高まり、温度が低下すると反応が鈍化する。従って冬には早めのバッテリー交換を心掛けたり、あるいは1サイズ容量の大きいものを使用することが望ましい。

エ 済南バスでのバッテリー対策

アイドリングストップ装置を使用してエンジンを再起動する時の放電量は小さく、運転によりまもなく充電されるので、影響は小さいと考えられる。しかし、アイドリングストップ頻度が高い、停車中に前照灯を点灯させる、経年劣化したバッテリーを使用しているなどの原因によりバッテリー上がりを起こすことのないよう、以下の対策を行う。

- ・1サイズ容量の大きなバッテリーの使用可能性を検討する。
- ・アイドリングストップ装置装着時に新品のバッテリーに交換する。
- ・(前照灯点灯が必要な) 夜間はアイドリングストップしない。
- ・バッテリー液の比重測定、量の定期測定又はバッテリーチェッカー/残量メーター使用による監視
- ・冬期の早朝における運行開始時にはアイドリングストップを控え、エンジン(シリンダー、エンジンオイル)やバッテリー液の液温が十分に上昇した後でアイドリングストップを開始する。

参考：バッテリーの確認

- | |
|--|
| <ol style="list-style-type: none">1. まずは外観の確認。熱による変形や破損の無いことをチェック2. 各セル(6セルあります)のキャップを外して液量を確認
(Lライン以下の場合には精製水を補充・各セル間の液面レベルをそろえる)
液の状態を確認(黒く濁っていたり固形物が混じっているようだと要注意)
同時に内部の極板に変形等が無い確認3. 比重計を使い各セルの比重を確認。
比重 1.28 で満充電状態、1.18 で 50%、1.08 で放電状態
比重 1.20 以下の場合には補充電及びオルタネーターの点検が必要
同時に各セル間の比重のバラつきを確認。バラつきが最大 0.04 以上の場合は、
バッテリーの交換時期にあたる。4. バッテリーテスターを使い放電電圧をチェック。最終放電電圧が 10.5V 以下の場合、
バッテリーの内部抵抗が大きくなっているため交換時期5. 最後にターミナルの接続を確認。緩みが無い等チェック |
|--|

2) スターター

スターターの耐久性への影響については、文献調査を実施した。以下は、「後付アイドリングストップ装置に関する検証事業報告書、(財)省エネルギーセンター」からの抜粋である。

スターターの製品管理としての基本的な耐久試験は、エンジン実機に装着し、点火または噴射をオフにした1秒間に通電と、これに続いての点火または噴射をオンにした1秒間

の通電の計 2 秒を 1 回とする始動操作を 30,000 回としている。なお、製品としてのスターターは耐久試験終了時に管理限界値以上の性能を確保していることから、寿命が 30,000 回であるということではない。

スターターの耐久性に影響する主な要因は摩耗であり、部位としては、特にブラシ及びピニオンが該当する。これらの劣化は、スターターに実際に負荷がかかっている時間（クランキング時間）の累積に伴って進行すると考えられる。そこで、スターターに負荷がかかっている期間、すなわちクランキング時間を実際の使用条件と耐久試験とで比較する必要がある。実際の使用条件でのクランキング時間の実測平均値は 0.5 秒であった。耐久試験におけるクランキング時間の最小値は、点火または噴射オンと同時に完爆するとした場合で、前半の 1 秒ということになる。したがってスターターは実際の使われ方において、少なくとも $30,000(\text{回}) \times 1(\text{sec}) \div 0.5(\text{sec}) = 60,000(\text{回})$ 以上の耐久性をもつと考えられる。

1 日当たり 70 回のアイドルストップを実施した場合、30,000～60,000 回の始動は 430 日～860 日であることから、約 2 年以上の寿命はあると考えられる。車両メーカーで当該車両固有のスターター寿命（始動回数）が設定されている場合、新車時からの累計スターター始動回数を利用して耐久性管理することができる。

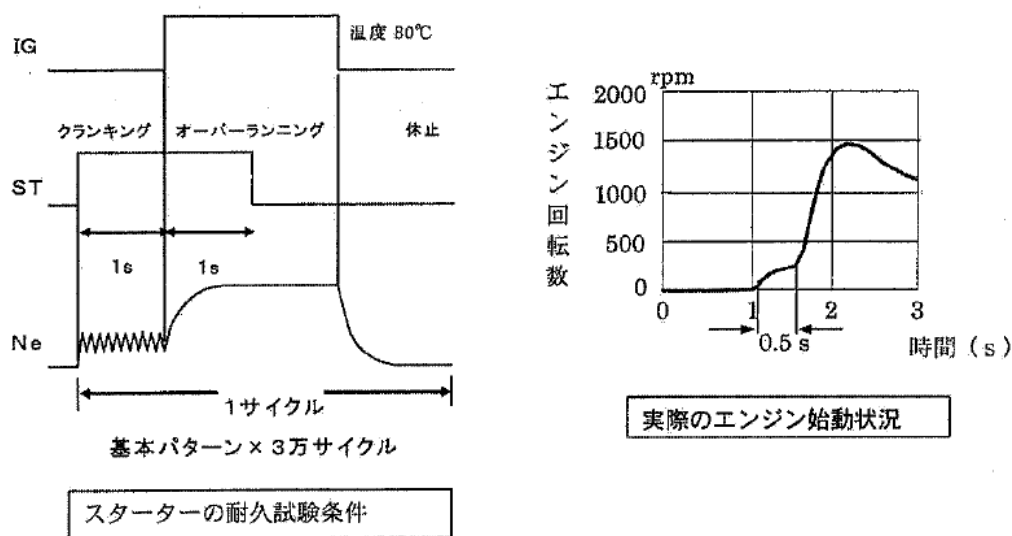


図 3 スターター耐久試験条件と実際のエンジン始動状況の比較

出典：後付アイドルストップ装置に関する検証事業報告書（財団法人省エネルギーセンター）

3) エンジン（ターボチャージャー付きエンジンの焼き付け）

ディーゼルエンジンは内燃機関の中でも熱効率に優れ、低精製の燃料でも使用できる。圧縮によって吸気を高温にする必要があり、高い圧縮比が要求される。高い圧縮比は機械的強度を要求し、丈夫な部品は重く嵩ばりコストも架かり、可動部重量による機械的損失も大きくなる。過給を行なっても、ガソリンエンジンで問題となるノッキングやデトネーションがディーゼルエンジンでは起こらず、圧縮比（初期シリンダー容積と圧縮時のシリンダー容積の比）を下げる必要がないため、過給とは相性がよく、ディーゼルエンジンの多くが過給機を備えている。最新のディーゼルエンジンでは出力（トルク、仕事率）向上のみならず、エミッション（排出物）低減にも寄与している。

タービンの回転速度は、自動車用ガソリンエンジンなど、小型のものの場合 200,000rpm（毎分 20 万回転）を超えるものもある。高温の排気ガス（8～900℃）を直接受けるため、その熱によりタービンやハウジングが赤く発光するほどである。タービンの軸受けには、通常エンジンオイルの圧送によるフローティングメタル式軸受けが用いられる（ボールベアリングが使われるものもある）。エンジンオイルは、前述 排気熱により加熱される軸受けの潤滑と冷却を行う。そのため自然吸気エンジンやスーパーチャージャー付きエンジンに比べ使用環境が苛酷であり、高性能または専用のオイルを使用したり、交換周期を短くするなど、管理を厳密にする必要がある。また、高負荷運転後すぐにエンジンを停止してしまうと、エンジン内のポンプによるオイル循環が止まってしまうため、高温のタービン軸と軸受けメタルが直に接し焼き付きに至る場合や、高温の軸受け周辺に滞留したオイルによりスラッジが発生してしまう原因となるため、ある程度無負荷運転（クールダウン/アフターアイドル）をした後にエンジンを止める事が取扱説明書などでも推奨されている。主に純正装着のターボにおいては軸受け周辺のオイルギャラリーが水冷化されている場合が多く、前述の運転後のケアは特に不要であると言われているが、クールダウンの励行は怠らないほうがよい。

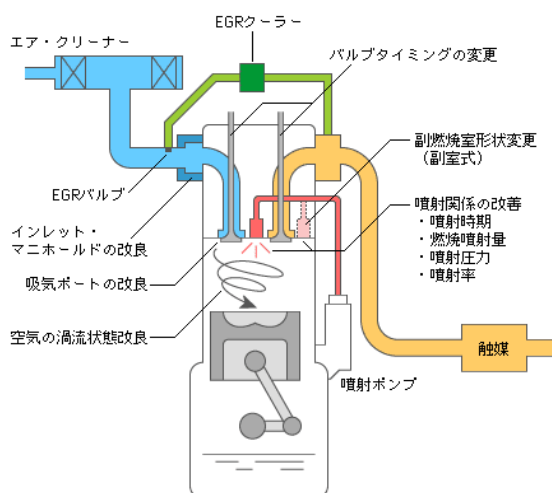


図 4 排出ガス規制適合ディーゼルエンジンの例（出典：環境保全再生機構ホームページ）

4) アイドリングストップ装置（装置の劣化可能性および装置の取り付け不良の可能性）

アイドリングストップ装置は 10 年以上の耐久性がある。

また、装置取り付けにあたっては付属マニュアルにしたがって正しく取り付けるとともに、取り付け後に所定の動作テストを実施し、取り付けミスを予防する。

ア 取付後の動作確認

アイドリングストップ装置を取り付け後、安全に動作することを下表に従って確認する。

				手動スイッチ LED	
	操作パターン	エンジン動作	動作条件	START (青)	STOP (橙)
クラッチペダル操作 (MT)	1 クラッチ	停止	【車速 0km/h】 【フットブレーキ ON】 + 【クラッチを繋ぐ】 【シフト N 位置】 【サイドブレーキ ON - オプション -】	点灯	点灯
		再始動	【フットブレーキ ON】 【シフト N 位置】 + 【クラッチを切る】 【サイドブレーキ ON - オプション -】	点灯	消灯
	2 手動スイッチ	停止	【車速 0km/h】 【フットブレーキ ON】 + 【STOP ボタン】 【シフト N 位置】 【サイドブレーキ ON - オプション -】	点灯	点灯
		再始動	【フットブレーキ ON】 【シフト N 位置】 + 【START ボタン】 【サイドブレーキ ON - オプション -】	点灯	点灯

イ 取付けチェックシート

以下のチェックシートに従い、アイドリングストップ装置の動作の最終確認を行う。

◆チェック項目

7177

事前確認	セルモーター	セルモーターの動作に異常が無いことを確認		
	バッテリー	バッテリーの状態を確認		
	車両電装品	既存の機器・装備が正常に動作するか確認		
信号線出力確認	オルタネーター・L端子	エンジンOFFの時【L】、エンジンONの時【H】出力		
	車速信号	車輪回転でデジタルパルス波形がきちんと得られる		
	AT・シフトポジション『N』※1	シフトレバー『N』位置で【H】出力（【L】の時は負論理）※2		
	AT・シフトポジション『D』	シフトレバー『D』位置で【H】出力（【L】の時は負論理）※2		
	MT・クラッチ信号	クラッチを踏んで【L】出力（【H】の時は負論理）※2		
	フットブレーキ信号	フットブレーキを踏んで【H】出力		
	サイドブレーキ信号	サイドブレーキを引いて（踏んで）【L】出力		
※1 … 『マニュアル』の場合は、【L】に接続し、ディップスイッチの8番を『ON』に設定してください。 ※2 … AT・MTで（ ）内の信号が出力されている場合、ディップスイッチの8番を『OFF』に設定してください。				
装着後の動作確認	停止	AT	フットブレーキを踏み、シフトを『D』→『N』に入れて、約3秒後にエンジンが停止する	
			車両停止中に手動スイッチの『STOPボタン』を押してエンジンが停止する（『N』位置以外）	
		MT	車両停止後にクラッチペダルを戻して、約3秒後にエンジンが停止する	
	車両停止中にクラッチペダルを踏んだ状態で『STOPボタン』を押すとエンジンが停止する			
	マニュアル	車両停止中に『STOPボタン』を押すとエンジンが停止する		
	起動	AT	フットブレーキを踏みなおしてエンジンが再始動する（シフト『N』位置）	
			シフトレバーを（N）→『D』→『N』と動かしてエンジンが再始動する	
			『STARTボタン』を押してエンジンが始動する（シフト『N』位置）	
		MT	クラッチペダルを踏んで、エンジンが再始動する	
			『STARTボタン』を押してエンジンが再始動する	
		マニュアル	フットブレーキを踏みなおしてエンジンが再始動する	
	『STARTボタン』を押してエンジンが再始動する			
車速信号の確認	走行中、1分以上経過しても『アイドリングストップ奨励ブザー』が鳴らない			
	車両停止後、停止操作をせず、フットブレーキを踏み、サイドブレーキを引いた状態で1分後に奨励ブザーが鳴る			
装着後の車両確認	取付部品のハーネス等が、ペダル、ステアリング等の可動部分に干渉せず、運転に支障がない事を確認			
	既存機器、設備が正常に作動することを確認			

(6) 排出ガス影響の検討

わが国における以下の研究資料から、後付装置を装着し 5 秒以上アイドリングストップを実行した場合には、排ガス中の汚染物質排出量は減少し、また燃料消費量も削減できると考えられる。

要点	出典
排出ガス成分に対してほとんどアイドリングストップの影響はない。	短時間のアイドリングストップの有効性実測報告書 (1999、交通エコロジー・モビリティ財団)
アイドリングストップの有効時間は 3 秒以上	
3～5 秒間以上のアイドリングストップの実行は、NO _x の削減効果がある。	エンジン始動時の NO _x 排出量、燃料消費量に関する基礎的検討 (1999、東京都環境科学研究所年報)
アイドリングストップによる排ガス低減率も高い効果を得ている。	路線バス用アイドリングストップ&スタートシステムの技術紹介 (自動車技術、2000、No.12)
最新規制適合車では排出量そのものが低く抑えられていることから、アイドリングストップを行っても排気エミッションはアイドリングを実施しない場合と同等以下になる。	AT 車のアイドリングストップ導入可能性調査
短時間のアイドリングストップは触媒温度を高く維持することができ、浄化性能上有利となる面もある。	

要点	出典
平均車速の小さいほど燃費の改善率が高い	短時間のアイドリングストップの有効性実測報告書 (1999、交通エコロジー・モビリティ財団)
3～5 秒間以上のアイドリングストップの実行は、燃料消費量の削減効果がある。	エンジン始動時の NO _x 排出量、燃料消費量に関する基礎的検討 (1999、東京都環境科学研究所年報)
アイドリング時の燃料消費量は、約 22cc/min である。エンジン始動時の燃料消費量は約 2cc/回であり、これを換算すると約 5 秒間のアイドリングに相当する。	路線バス用アイドリングストップ&スタートシステムの技術紹介 (自動車技術、2000、No.12)

(7) その他の影響検討

1) 交通安全性への影響（制動力低下の可能性）

項目	要点	出典
アイドリングストップ推進のあり方	運転手への操作指導、適切な車両管理とあわせてアイドリングストップを推進する	後付アイドリング装置に関する検証事業
アイドリングストップを実施しないほうが良いケース	エンジン水温が低い時（40℃以下）	路線バス用アイドリングストップ&スタートシステムの技術紹介（自動車技術、2000、No.12）
	空気圧低下時（640kPa以下）	
	エンジンルーム扉開時	アイドリングストップシステムに関する技術調査報告
アイドリングストップの進め方	坂道（エンジン停止に伴うブレーキ制動力の低下を回避し、事故の可能性を排除するため）	路線バス用アイドリングストップ&スタートシステムの技術紹介（自動車技術、2000、No.12）
	夜間（ヘッドライト点灯にいるバッテリー上がりの回避）はアイドリングストップを実施しない	
アイドリングストップの進め方	運行管理装置にデータを記録する。 車両管理～セル起動回数 アイドリングストップ推進～実施状況評価 省エネ効果確認～アイドリングストップ時間	

2) 発進遅れによる渋滞悪化の懸念

項目	要点	出典
発進遅れ	アイドリングストップ支援機能により発進遅れを回避できる可能性は高い。	AT車のアイドリングストップ導入可能性調査
渋滞 事故増加	渋滞や事故はアイドリングストップによる発進遅れに起因するものと考えられる。アイドリングストップ支援機能により発進遅れを回避できる可能性は高いので渋滞や事故増加の可能性は小さい。	

(8) アイドリングストップ装置運用マニュアル

1) 運転操作方法

<p>減速</p> <ul style="list-style-type: none"> ・早めのアクセルオフ ・エンジンブレーキの活用（クラッチを切らない） <p>停止</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ギアニュートラル+フットブレーキオンでクラッチをつなぐ→ アイドリングストップ <p>再始動</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ギアニュートラル+フットブレーキオンでクラッチをつなぐ → 再始動 <p>夜間（前照灯点灯時）はアイドリングストップしない。 坂道ではアイドリングストップしない。 10秒未満の停車時にはアイドリングストップしない。</p> <p>1日当たりのアイドリングストップ回数は、70回/台日を目安にする。</p>

2) アイドリングストップ（IS）実施時の注意事項

No.	注意事項	説明
1	運転に余裕を持ってアイドリングストップする	混雑する交差点の中などで車の流れが不安定等、運転に余裕が無いときは、無理してアイドリングストップする必要はありません。できる時に、できるだけすばいのです。
2	バッテリー負荷が大きいと感じたら無理してアイドリングストップしない	渋滞などで低速で発信停止を繰り返している時は、十分な充電が行われません。状況をみながら柔軟に対処しましょう。
3	朝一番のエンジン始動時に掛かりが悪い場合は、しばらく走行してからアイドリングストップする	バッテリーが弱っている兆候は、朝一番のエンジン始動時に出ます。掛かりが悪ければ、充電が不足している証拠です。度々、掛かりが悪い場合は、バッテリーの寿命ですから交換したほうが無難です。
4	アイドリングストップ時にはブレーキの踏み直しをしない。	エンジンの排圧を利用してブレーキ力が増加されています。エンジンを停止した状態でペダルを2～3回踏み直すと急激にブレーキの効きが悪くなります。一度、安全な場所で、その状態を体験しておくことがお勧めです

(9) 事業スキーム

事業スキームに関する調査内容・結果は、「5.プロジェクトの事業化」に記載する。

(10) 新方法論の構築

1) 名称

自動車に後付けアイドリングストップ装置を後付けすることにより、運行中の停車時のアイドリングを停止し燃料消費を節減することにより温室効果ガスの排出削減を実現することから、新方法論の名称は以下のとおりとした。

Transportation Energy Efficiency Activities using Idling Stop Equipment

後付けアイドリングストップ装置を利用した交通エネルギー効率化活動

2) 適用条件

方法論が適用できる自動車は以下のとおりである。

- a) ガソリンまたは軽油を燃料とすること
- b) 後付けアイドリングストップ装置が取り付け可能なこと
- c) 後付けアイドリングストップ装置によりアイドリングストップ時間および回数の自動測定が可能なこと

また、排出削減量の計算方法が上記燃料の自動車と異なること、アイドリングストップ装置の取り付け等の点から、以下の自動車には適用できない。

- a) バイオ燃料を燃料とする車両あるいはバイオ燃料混合燃料を燃料とする自動車
- b) 電気自動車
- c) ハイブリッド自動車
- d) CNG または LPG を燃料とする自動車

なお、新方法論は小規模 CDM 用であり、以下の条件を満たさなければならない。

- ・1年間の排出削減量が 60 kt・CO₂ 以下のプロジェクト

3) プロジェクトバウンダリー

空間的なプロジェクトバウンダリーは、後付けアイドリングストップ装置を取り付ける自動車が運行する道路やバスターミナルである。

4) ベースラインシナリオ

ベースラインシナリオは、「プロジェクトが実施されない場合、後付けアイドリングストップ装置が装着されずに、信号待ち等でのアイドリングが継続され、温室効果ガスが排出される」シナリオである。本方法論は、ベースラインシナリオがこの場合のみに適用できる。交差点等でのアイドリングストップが義務づけられていたり、アイドリングストップ機能が組み込まれている車両の導入等が予定されているプロジェクトには適用できない。

5) ベースライン排出量

ベースライン排出量は以下のとおり算出する。

最初に y 年におけるベースラインの自動車 i のアイドリング時の CO₂ 排出係数(BEF_{i,y})を決定する。

$$BEF_i = FC_{IS,i} \times D_j \times NCV_j \times EF_{CO_2,j} \times 10^3 \quad (1)$$

ここで、

BEF_i : 自動車 i のベースライン CO₂ 排出係数 (gCO₂/second)

FC_{IS,i} : 自動車 i のアイドリング時燃料消費量 (liter/second)

D_j : 燃料 j の密度 (kg/liter)

NCV_j : 燃料 j の正味発熱量 (MJ/t)

EF_{CO₂,j} : 燃料 j の CO₂ 排出係数 (tCO₂/MJ)

ベースライン排出量は、個々の自動車について、自動的に記録されたアイドリングストップ時間の年間積算値にベースライン排出係数を乗じ、これらの総和をとることで算定する。

$$BE_y = \sum_i (BEF_i \times T_{i,y} \times 10^{-6}) \quad (2)$$

ここで、

BE_y : y 年における総ベースライン排出量 (tCO₂/year)

$T_{i,y}$: y 年における自動車 i の積算アイドリング時間 (second/year)

ベースライン排出量の算出に用いるアイドリング時の時間当たり排出係数 (gCO₂/second) は、以下のいずれかの方法で決定する。

Option 1) 全数測定:

後付けアイドリングストップ装置を装着するすべての自動車のアイドリング時の時間当たり排出係数を測定する。

Option 2) サンプル測定:

自動車カテゴリー毎に統計的に代表的なサンプル数を決定 (信頼水準 90%で抽出誤差が 10%以内) し、アイドリング時の時間当たり排出係数を測定する。この標本平均値から信頼度 95%で推計した母平均の推計値の下限値を用いる。なお、サンプル数の決定方法等については、"General guidelines for sampling and survey for small-scale CDM project activities"の最新版に従うものとする。

なお、サンプル測定を選択する場合は、対象とする自動車は、アイドリング時の燃料消費量 (FC_{IS,i,y}) の特性に応じて分類しなければならない。たとえば、使用燃料や車種、排気量、エンジン年式、エアコンの有無等が想定される。この場合、アイドリング時の燃料消費量 (FC_{IS,i,y}) は、分類されたカテゴリー毎に計算する。

また、アイドリング時の時間当たり排出係数の測定は、以下の方法のいずれかによって行う。

Option 1)

車両に燃料を満タンに給油後、10 分間アイドリングし、エンジン停止後に満タン法によりアイドリング時の燃料消費量を測定し、設定する。

Option 2)

シャシダイナモ試験等による計測等の直接計測

6) プロジェクト排出量

プロジェクト排出量は、アイドリングストップを終了し運行再開のためにエンジンを再起動する際に排出する瞬時排出量 (g/回) の年間積算値である。

$$PE_y = \sum_i (N_{i,y} \times PEF_{IS,i} \times 10^{-6}) \quad (3)$$

ここで、

PE_y : y年におけるプロジェクト排出量 (tCO₂/year)

$N_{i,y}$: y年における自動車iのアイドリングストップ回数(times/year)

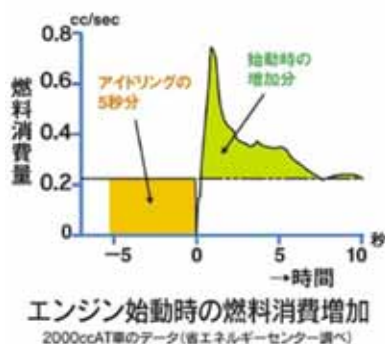
$PEF_{IS,i}$: 自動車iのアイドリングストップ時のプロジェクト排出係数(gCO₂/time)

プロジェクト排出量の計算に用いるエンジン再起動時瞬時燃料消費量 ($PEF_{IS,i}$) は、以下の方法で設定する。(参考図参照)

$$PEF_{IS,i} = BEF_i (\text{gCO}_2 / \text{second}) \times T_{PI,i} (\text{second})$$

ここで、

$T_{PI,i}$: 有効時間。エンジン再起動時の燃料消費量増加分に見合うアイドリングストップの最短時間



参考図 エンジン始動時の燃料消費増加

測定を行わず、以下のデフォルトの有効時間から最も保守的な値を用いることができる。

燃料種類	有効時間 (sec)
軽油	3～5
ガソリン	3～5

出典: エンジン始動時の NOx 排出量、燃料消費量に関する基礎的研究 (東京都環境科学研究所年報 1999)

7) リークージ

リークージの計算は必要ない。

8) モニタリング

モニターが必要ないパラメータは以下のとおりである。

表1 モニターの必要の無いパラメータ

パラメータ	項目	出典等
NCV _j	燃料 j の正味発熱量	当該国固有の値またはIPCCデフォルト値 (95%信頼区間の最低値)。これらの値が更新された場合は変更が必要。
D _j	燃料 j の密度	当該国固有の値または国際的な値
EF _{CO2,j}	燃料 j の CO ₂ 排出係数	当該国固有の値またはIPCCデフォルト値 (95%信頼区間の最低値)。これらの値が更新された場合は変更が必要。
FC _{IS,i}	自動車 i のアイドリング時燃料消費量	ベースライン排出量の節を参照
PEF _{IS,i}	自動車 i のアイドリングストップ時のプロジェクト排出係数	プロジェクト排出量の節を参照

モニターが必要なパラメータは以下のとおりである。

表2 モニターが必要なパラメータ

パラメータ	項目	モニタリング方法	頻度
T _{i,y}	y 年における自動車 i の積算アイドリング時間	車速とエンジンのon/offがアイドリングストップ装置 (エコスターター) に電子的に記録され、それぞれのアイドリングストップ時のアイドリングストップ時間が自動的に計算される。積算アイドリング時間は、各アイドリングストップ時間を積算することで計算される。	年間値
N _{i,y}	y 年における自動車 i のアイドリングストップ回数	車速とエンジンのon/offがアイドリングストップ装置 (エコスターター) に電子的に記録され、アイドリングストップ回数が自動的に計算される。	年間値
-	アイドリングストップ装置を導入するバスに関する情報 (燃料種類、バスのタイプ、排気量、エンジン型式、エアコンの有無、等)	必要な情報は電子的なデータベースで管理する。	毎年確認

※ 後付けアイドリングストップ装置に入力される速度信号およびエンジンオン・オフ信号を時系列的に収集する
 ア 個々のアイドリングストップ時間：イグニッションキーオンの状態で、エンジンオンの時間－エンジンオフの時間
 イ アイドリングストップ回数：イグニッションキーオンの状態で、エンジンオンの回数

(11) プロジェクトの設計

1) 小規模プロジェクト活動の概要

ア プロジェクト名称

中華人民共和国済南市の路線バスにおけるアイドリングストップ装置を利用した交通エネルギー効率化活動

イ プロジェクトの概要

本プロジェクトは、中国・山東省済南市（人口約 560 万人）の公共交通機関の開発・運営・維持管理を所管する済南市公共交通総会社が保有する 2,000 台の大型路線バス車両に日本で開発された後付けアイドリングストップ装置を取り付け、路線バス運行時のターミナル、交差点、停留所等での停車時にアイドリングストップすることにより CO₂ 削減および省エネルギーを実現し、あわせて大気汚染源である NO_x や PM の排出を削減するものである。

中国政府は、ハイブリッドバスや電動バスなどの導入によるバス交通の低炭素化に熱意を見せている。また、近年全国的に旧型バスから排ガス規準のより厳しい新型バスへの置き換えが進められている。済南バス会社は、約 4,000 台の大型路線バスを保有しているが、現在旧型バスから EURO III、IV 規格バスへの入れ替えを進めている。こうした使用過程車の排出削減ニーズも高く、本プロジェクトでは後付アイドリングストップ装置取り付けにより 1 年間に約 4,000ton の CO₂ 排出を削減する。なお、中国では、アイドリングストップ装置の装着による車体影響を把握した技術・経験の蓄積がなく実用の段階に至っていない。また、中国の政策も新車対策が中心で、使用過程車の排出削減対策の視点は乏しい。

本プロジェクトのベースラインシナリオは、「アイドリングストップ装置を装着したバスは軽油の使用を継続し、ターミナル、交差点、停留所等での停車時にアイドリングが継続する」である。一方、プロジェクトシナリオは、アイドリングストップ装置を導入した車両が、ターミナル、交差点、停留所等での停車時に、停車時間が 30 秒以上といった一定の条件下でアイドリング停止し、燃料消費が中断されるというものである。

本プロジェクトは、温室効果ガスの排出削減のみならず、エネルギー消費量の削減、大気汚染物質の低減といった点で、ホスト国の持続可能な発展に寄与する。アイドリングストップによって、軽油の消費量が 6% 低減できるため、済南市公共交通集団のコスト低減対策になるばかりでなく、化石燃料に依存しているホスト国のエネルギーセキュリティの向上の一助となる。また、アイドリング時に排出されていた NO_x や PM 等の大気汚染物質の排出が削減されるため、済南市の大気環境の改善に寄与する。

ウ プロジェクト参加者

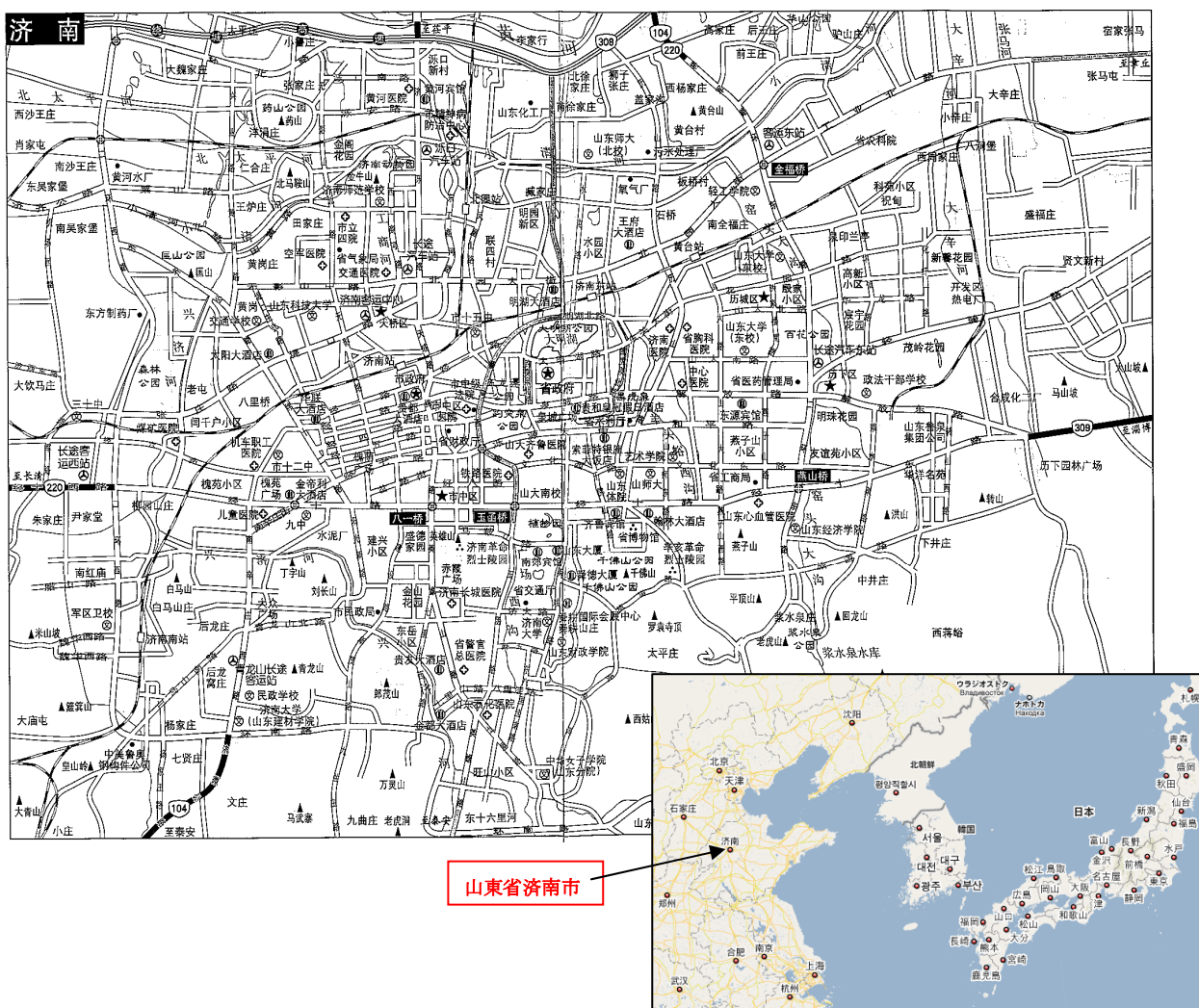
参加国名	プロジェクト参加者である民間・公的機関	当該国がプロジェクト参加者となる意志があるか (Yes/No)
中華人民共和国 (ホスト)	民間：済南市公共交通総公司	No
日本	公共：検討中 民間：アルメック	No

エ プロジェクトの内容

(ア) プロジェクト活動の位置

中華人民共和国山東省済南市

プロジェクトの実施場所は、アイドリングストップ装置を装着したバスが走行する済南市内のルート全域である。



(イ) プロジェクト活動のタイプ及びカテゴリーおよび技術

タイプ : III (その他のプロジェクト活動)

カテゴリー : 新方法論が承認された後に決定される

技術：

自動車に後付けアイドリングストップ装置を装着することにより、自動車の運行中の停車時のアイドリングを停止し燃料消費を節減することにより温室効果ガスの排出削減を実現する技術である。後付けアイドリングストップ装置とは、使用過程車に対するアイドリングストップ普及を目的として、キー操作でのエンジン停止・始動操作に比べてドライバーの負担を軽減することを狙いとした後付装置を指し、以下の機能を有する。

1) 専用のスイッチまたはシフトレバーを操作することでエンジンを停止・始動し、操作負担を軽減できる

2) イグニッションキー周りの変更を主体にしており、自動車側での基本的制御機能（例えば、シフト D または R レンジではエンジンが始動しない）に抵触しない機能構成

3) 専用のハーネスを用意し車両側を傷つけることなく配線・取り付けができるよう考慮されており、既存の車両に後付が可能。

なお、アイドリングとは、自動車の運行中の信号停止時、乗客の乗降時等において速度がゼロでかつエンジンが起動している状況であり、アイドリングストップとは、イグニッションキーがオン（または車両のメインスイッチオン）からオフ（または車両のメインスイッチオフ）の間に、速度がゼロでかつエンジン停止の状態と定義する。

(ウ) プロジェクト活動に対する公的資金援助

本プロジェクトで、Annex I 国からの公的資金を利用するか、検討中。

(エ) 本小規模プロジェクトが大規模プロジェクトの一部に組み込まれていないことの確認

本小規模プロジェクトは大規模プロジェクトの一部に組み込まれていない。

2) ベースライン方法論の適用

ア プロジェクトに適用する承認方法論のタイトルと参考文献

小規模新方法論：後付けアイドリングストップ装置を利用した交通エネルギー効率化活動

イ 方法論の適用性

本提案プロジェクトは、方法論で定められている適用可能条件を以下のとおりすべて満たす。よって当該方法論は本プロジェクトに適用可能である。

パラグラフ	適用可能条件	提案プロジェクト
5. a)	対象とする自動車は、ガソリンまたは軽油を燃料とすること	対象とする自動車はバスであり、燃料は軽油である。
5. b)	対象とする自動車は、後付けアイドリングストップ装置が取り付け可能なこと	対象とするバスは、後付けアイドリングストップ装置が取り付け可能である。装着後の試験走行を実施済みである。
5. c)	対象とする自動車は、後付けアイドリングストップ装置によりアイドリングストップ時間および回数の自動測定が可能なこと	対象とするバスは、後付けアイドリングストップ装置によりアイドリングストップ時間および回数の自動測定が可能である。装着後の試験走行により自動測定を実施済みである。
6	対象とする自動車は、以下のいずれにも該当しないこと 1) バイオ燃料を燃料とする車両あるいはバイオ燃料混合燃料を燃料とする自動車 2) 電気自動車 3) ハイブリッド自動車 4) CNG または LPG を燃料とする自動車	対象とするバスは軽油を燃料とするディーゼル車であり、左記のいずれにも該当しない。

3 調査結果

3.1 ベースラインシナリオ及びプロジェクトバウンダリーの設定

ベースラインシナリオは、「アイドリングストップ装置を装着したバスは軽油の使用を継続し、ターミナル、交差点、停留所等での停車時にアイドリングを継続する」である。

済南バスでは、アイドリングストップ装置を装着した新型のバスを導入する計画は無い。また、後付けのアイドリングストップ装置については、本プロジェクトにおいて日本の実績のある技術として日本側から初めて提案されたものである。さらに、中国では類似技術の導入例は無くはじめての導入ケースとなる。また、中国政府や山東省、済南市においては自動車の運行中のアイドリングを規制する法令等は整備されていない。以上から、アイドリングストップはベースラインとはなり得ない。

空間的なプロジェクトバウンダリーは、後付けアイドリングストップ装置を取り付けるバスが運行する道路、ターミナル、交差点、停留所等を含む。

表 3 バウンダリーに含む／含めない排出源

	排出源	温室効果ガス	対象 / 非対象	説明
ベースライン排出量	アイドリング時の排出	CO ₂	Yes	主要な排出源
		CH ₄	No	重要な排出源ではないため、簡素化、保守性の観点から除外
		N ₂ O	No	重要な排出源ではないため、簡素化、保守性の観点から除外
プロジェクト排出量	エンジン始動時の排出	CO ₂	Yes	主要な排出源
		CH ₄	No	重要な排出源ではないため、簡素化の観点から除外
		N ₂ O	No	重要な排出源ではないため、簡素化の観点から除外

3.1.1 排出削減量

ベースライン排出量

$$BEF_i = FC_{IS,i} \times D_j \times NCV_j \times EF_{CO_2,j} \times 10^3 \quad (1)$$

ここで、

BEF_i : 自動車 i のベースライン CO₂ 排出係数 (gCO₂/second)

FC_{IS,i} : 自動車 i のアイドリング時燃料消費量 (liter/second)

バスのアイドリング時燃料消費量: 0.467×10⁻³ (本 PDD では、すべてのバスで一定値と仮定した。新方法論承認後、有効化審査実施前に全数調査またはサンプル調査を実施予定)

D_j : 燃料 j の密度 (kg/liter)

軽油の密度 : 0.8397 kg/l

(詳細は本節②参照)

NCV_j : 燃料 j の正味発熱量 (MJ/t)

軽油の正味発熱量: 42,652 kJ/kg (42,652 MJ/t)

(詳細は本節②参照)

$EF_{CO_2,j}$: 燃料 j の CO_2 排出係数 (t CO_2 /MJ)

軽油の CO_2 排出係数: 72,600 kg CO_2 /TJ (72.6*10⁻⁶ t CO_2 /MJ)

(詳細は本節②参照)

$$BE_y = \Sigma(BEF_i \times T_{i,y} \times 10^{-6}) \quad (2)$$

ここで、

BE_y : y 年における総ベースライン排出量 (t CO_2 /year)

$T_{i,y}$: y 年における自動車 i の積算アイドリング時間 (second/year)

プロジェクト排出量

$$PE_y = \Sigma(N_{i,y} \times PEF_{IS,i} \times 10^{-6}) \quad (3)$$

ここで、

PE_y : y 年におけるプロジェクト排出量 (t CO_2 /year)

$N_{i,y}$: y 年における自動車 i のアイドリングストップ回数 (times/year)

$PEF_{IS,i}$: 自動車 i の IS 時のプロジェクト排出係数 (g CO_2 /time)

$$PEF_{IS,i} = BEF_i \text{ (g}CO_2 \text{ /second)} \times T_{PJ,i} \text{ (second)}$$

ここで、

$T_{PJ,i}$: 有効時間。エンジン再始動時の燃料消費量増加分に見合うアイドリングストップの最短時間。方法論におけるデフォルト値より 5 秒と設定。

(1) 有効化審査に利用できるデータ、パラメータ:

データ/パラメータ	NCV_j
単位:	MJ/t
説明:	燃料 j の正味発熱量
データの出典:	China Energy Statistical Yearbook 2007
適用値:	軽油 : 42,652 MJ/t、ガソリン : 43,070 MJ/t
データ選択の妥当性、適用する測定方法及び手順の記述:	国家公式統計値 軽油 : 42,652 kJ/kg ガソリン : 43,070 kJ/kg
コメント:	-

データ/パラメータ	D _j
単位:	kg/liter
説明:	燃料 j の密度
データの出典:	The Energy Statistics Working Group Meeting report of International Energy Agency
適用値:	軽油 : 0.8397、ガソリン : 0.7449
データ選択の妥当性、適用する測定方法及び手順の記述:	http://www.iea.org/Textbase/work/2004/eswg/22_Oil%20Densities.pdf . IEA によって提供されている国際的な値
コメント:	-

データ/パラメータ	EF _{CO₂,j}
単位:	tCO ₂ /MJ
説明:	燃料 j の CO ₂ 排出係数
データの出典:	2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2: Energy, Chapter 1: Introduction, Table 1.4
適用値:	軽油 : 72.6*10 ⁻⁶ 、ガソリン : 67.5*10 ⁻⁶
データ選択の妥当性、適用する測定方法及び手順の記述:	IPCC デフォルト値 (95%信頼区間の下限値) 軽油 : 72,600 kgCO ₂ /TJ. ガソリン : 67,500 kgCO ₂ /TJ.
コメント:	-

データ/パラメータ	FC _{IS,i}
単位:	liter/second
説明:	自動車 i のアイドリング時燃料消費量
データの出典:	済南市公共交通総公司における実地測定
適用値:	0.467×10 ⁻³
データ選択の妥当性、適用する測定方法及び手順の記述:	済南市公共交通総公司における実地測定 (新方法論承認後、有効化審査実施前に全数調査またはサンプル調査を実施予定)
コメント:	-

データ/パラメータ	T _{P,j,i}
単位:	second
説明:	有効時間。エンジン再始動時の燃料消費量増加分に見合うアイドリングストップの最短時間。
データの出典:	方法論
適用値:	5 秒
データ選択の妥当性、適用する測定方法及び手順の記述:	方法論において最も保守的な値。
コメント:	-

3.2 プロジェクト排出量

本プロジェクトではアイドリングストップ装置 2,000 台を 2012 年 1 月 1 日～2012 年 12 月 31 日の間に 1 日 5.5 台 (=2,000 台/365 日) の割合で装着するものと仮定する。

ベースライン排出量

$$BEF_i = FC_{IS,i} \times D_j \times NCV_j \times EF_{CO_2,j} \times 10^3$$

$$= 0.467 \times 10^{-3} \times 0.8397 \times 42,652 \times 72.6 \times 10^{-6} \times 10^3$$

$$= 1.21$$

ここで、

BEF_i : バス i のベースライン CO_2 排出係数 ($gCO_2 / second$)

$FC_{IS,i}$: バスのアイドリング時燃料消費量($liter/second$) (本 PDD では、すべてのバスで一定値と仮定した。新方法論承認後、有効化審査実施前に全数調査またはサンプル調査を実施予定)

D_j : 軽油の密度 ($kg/liter$)

NCV_j : 軽油の正味発熱量 (MJ/t)

$EF_{CO_2,j}$: 軽油の CO_2 排出係数 (tCO_2/MJ)

$$BE_y = \Sigma(BEF_i \times T_{i,y} \times 10^{-6})$$

ここで、

BE_y : y 年における総ベースライン排出量 ($tCO_2/year$)

$T_{i,y}$: y 年におけるバス i の積算アイドリング時間 ($second/year$)
(事前計算では、すべてのバスで一定値と仮定した)

$T_{i,y}$ の計算

		2012 年	2013 年～
バスの 1 日当たり運行時間	時間/日	14	14
アイドリング時間率	%	10	10
年間運行日数	日/年	365	365
装着車両台数	台	(平均)1000	2000
バスの積算アイドリング時間	百万秒/年	1,839.6	3,679.2

BE_y の計算

		2012 年	2013 年	
BE_y	y 年における総 BL 排出量	$tCO_2/年$	2,226	4,452
T	バスの積算アイドリング時間	百万秒/年	1,839.6	3,679.2

プロジェクト排出量

$$PE_y = \Sigma(N_{i,y} \times PEF_{IS,i} \times 10^{-6})$$

ここで、

PE_y : y 年におけるプロジェクト排出量 ($tCO_2/year$)

$N_{i,y}$: y 年におけるバス i のアイドリングストップ回数 ($times/year$)
(事前計算では、すべてのバスで一定値と仮定した)

$PEF_{IS,I}$: バス i のアイドリングストップ時のプロジェクト排出係数 ($gCO_2 / time$)
(事前計算では、すべてのバスで一定値と仮定した)

$N_{i,y}$ の計算

		2012 年	2013 年～	
n	アイドリングストップ回数	回/台・日	70	70
	年間運行日数	日/年	365	365
	装着車両台数	台	(平均)1000	2000
N	年間積算アイドリングストップ回数	百万回/年	25.55	51.1

$$\begin{aligned}
 \text{PEF}_{\text{IS},i} &= \text{BEF}_i \times \text{T}_{\text{PJ},i} \\
 &= 1.21 \times 5 \\
 &= 6.05
 \end{aligned}$$

ここで、

$\text{T}_{\text{PJ},i}$: 有効時間。エンジン再始動時の燃料消費量増加分に見合うアイドリングストップの最短時間。方法論におけるデフォルト値より 5 秒と設定。

PE_vの計算

			2012 年	2013 年～
T_{PJ}	有効時間	秒/回	5	5
PEF	バスのベースライン CO ₂ 排出係数	gCO ₂ /秒	1.21	1.21
PE	プロジェクト排出量	tCO ₂ /年	154	309

リーケージ

本プロジェクトではリーケージは生じない。

3.2.1 排出削減量の事前計算結果

年	ベースライン 排出量 (tCO ₂ e)	プロジェクト 排出量 (tCO ₂ e)	リーケージ (tCO ₂ e)	排出削減量 (tCO ₂ e)
1	2,226	154	0	2,072
2	4,452	309	0	4,143
3	4,452	309	0	4,143
4	4,452	309	0	4,143
5	4,452	309	0	4,143
6	4,452	309	0	4,143
7	4,452	309	0	4,143
8	4,452	309	0	4,143
9	4,452	309	0	4,143
10	4,452	309	0	4,143
合計	42,294	2,935	0	39,359

3.3 モニタリング計画

3.3.1 計測するデータ、パラメータ

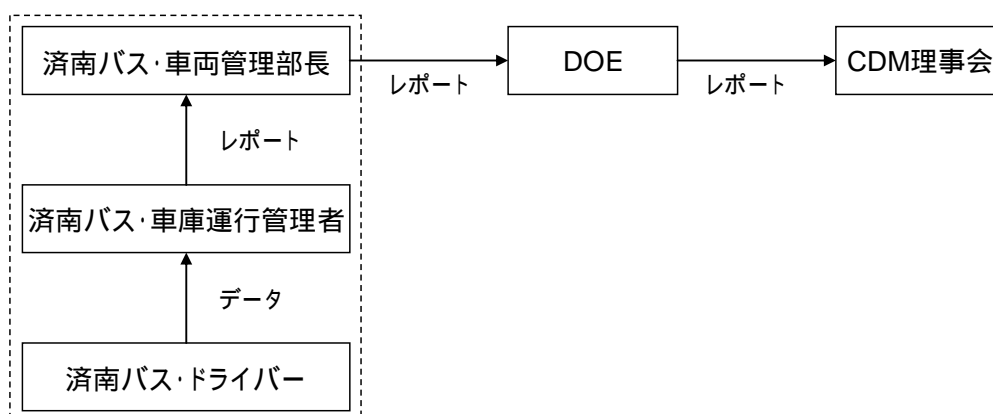
データ/パラメータ	$\text{T}_{i,y}$
単位:	秒/年
説明:	y 年における自動車 i の積算アイドリング時間
データの出典:	アイドリングストップ装置に記録されている
値	1,839,600(=511hrs×3,600sec/hr)
計測方法および適用 手順:	車速とエンジンの on/off がアイドリングストップ装置 (エコスターター) に電子的に記録され、それぞれのアイドリングストップ時のアイドリングストップ時間が自動的に計算される。積算アイドリング時間は、各アイドリングストップ時間を積算することで計算される。
QA/QC 手順:	検討中 (機器のキャリブレーションなど精度確保のための手順を記載)

コメント:	積算アイドリング時間 = 運行時間*運行日数*アイドリングストップ時間率 = 14*365*10% = 511 時間/台/年 運行時間: 14 時間/日 運行日数: 365 日/年 停車率: 30% アイドリングストップ実施率: 33% アイドリングストップ時間率: 10% (=30%*33%)
-------	---

データ/パラメータ	$N_{i,y}$
単位:	回/年
説明:	y 年における自動車 i のアイドリングストップ回数
データの出典:	アイドリングストップ装置に記録されている
値	25,550 (=70*365)
計測方法および適用手順:	車速とエンジンの on/off がアイドリングストップ装置 (エコスターター) に電子的に記録され、アイドリングストップ回数が自動的に計算される。
QA/QC 手順:	検討中 (機器のキャリブレーションなど精度確保のための手順などを記載)
コメント:	-

データ/パラメータ	アイドリングストップ装置を導入するバスに関する情報 (燃料種類、バスのタイプ、排気量、エンジン型式、エアコンの有無、等)
単位:	-
説明:	-
データの出典:	済南市公共交通総公司のバス登録台帳
値	-
計測方法および適用手順:	必要な情報は収集され、データベースに管理されなければならない。
QA/QC 手順:	-
コメント:	-

3.3.2 モニタリング体制



3.3.3 モニタリング機器

アイドリングストップ装置に付属する SD カードライターを使用してモニタリングを実施する。

(操作方法)

- 1)アイドリングストップ装置のメインスイッチは常時”ON”のままにし、車両キーにて ON /OFF で構わない。
- 2)上記の状態にて、SD カードをライターに差し込む→(メイン SW・ON) →イグニッションキーON・スタート→走行/停止→イグニッションキーOFF(メイン SW・OFF) →SD カード抜き取りの手順になる。
- 3)キーOFFの時は、車速”0”認識の時間(約1秒)とSDカードへの書込み(極短い時間)があるので、車両停止と同時でのキーOFFは避け、一呼吸置く位で、キーOFFすること。

(記録様式)

1つのファイルには、電源ON時を0として1秒毎にカウントアップする時間データと組み合わせられた運転状況データが記録される。

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
時間 データ					,	運転状況 データ	,	トータル・セル 起動回数					区切り 記号

* 運転状況データは以下の4種類とする。

- 1.エンジンがONになった時
- 2.速度がゼロでなくなった(走行開始)時
- 3.速度がゼロになった(停止)時
- 4.エンジンがOFFになった時

* 何れのデータも、車両がその状態になった時、アイドリングストップ装置本体よりデータが送られるので、その都度MPU内のRAMに「一時データ」として格納し、1秒毎にSDカードに転記する。

* 速度がゼロになった後、アイドリングを継続すると、1分経過する毎に本体装置が警告を発するが、その時にも「速度ゼロ」のデータが送られ、記録される。

*従って、最終停車後、アイドリングストップせずに経過し、そのまま電源を切られた場合の誤差は59秒以内に収まる。(アイドリングストップし、データ記録後に電源を切れば誤差は出ない。)

* 電源が入っている時にカードが抜かれ、再度挿入された場合はMPU内の「一時データ」と照合し、『今日のデータファイル』に継続して記録するが、書込み中に脱着されるとデータが損傷する恐れがあるので、IG-ON、又は車両のメインスイッチONの時にはカードを抜かないことを原則とする。

3.3.4 データ収集

アイドリングストップ装置を導入した事業者は、アイドリングストップ装置台帳を作成し、各アイドリングストップ装置の機番、取り付け年月日、取り外し年月日、故障情報、事業所情報、取り付け車両情報、運転手情報を一元的に管理する。導入後、故障などのト

ラブルが生じた場合は、運転手は事業所の管理者に連絡する。事業所管理者は本社・車両管理部に故障した装置の情報、故障の理由や動作停止日について連絡し、本社・車両管理部は情報を記録する。

また、車庫運行管理者は事業所での月次燃料消費記録の集計日にあわせて、アイドリングストップ装置に付属する SD カードを収集し、代わりに新しい SD カードを配布する。収集した SD カードデータは、全て電子ファイルとして保存するとともに、アイドリングストップ記録を集計し、省エネルギー量、排出削減量を算出するとともに、アイドリングストップ記録の分析により車両別の分析レポートを作成し月次集計報告書としてまとめ、データの写しとともに本社車両管理部に送付する。本社車両管理部は、月次集計データをもとに年次集計レポートを作成するとともに、必要な項目を抜粋しモニタリング報告書としてまとめ DOE に提出する。

3.3.5 QA/QC

DOE は毎年済南市公共交通総公司を訪問し、アイドリングストップ装置台帳、SD カードデータ、月次報告書の作成保存状況をチェックし、必要な場合、手順の修正勧告を本社車両管理部長宛に発する。また、アイドリング時燃料消費量調査の実施方法を確認する。

3.3.6 データ管理

本社車両管理部に専用の PC を設置し、アイドリングストップ装置台帳、SD カードデータ、月次報告書を格納し、必要な閲覧システムを整備する。

また、定期的にシステムおよびデータのバックアップを行う。

3.4 温室効果ガス削減量

年	年間排出削減概算 (tonnes of CO ₂ e)
2012	2,072
2013	4,143
2014	4,143
2015	4,143
2016	4,143
2017	4,143
2018	4,143
2019	4,143
2020	4,143
2021	4,143
概算削減量計 (tons of CO ₂ e)	39,359
クレジット期間計 (年)	10
年間削減量平均 (tons of CO ₂ e)	3,936

3.5 プロジェクト期間・クレジット獲得期間

3.5.1 プロジェクト期間

(1) プロジェクト活動の開始日

国連への登録または2012年1月1日のうち、どちらか遅い日付。

(2) 予想されるプロジェクト活動の運用期間

10年

3.5.2 クレジット期間の選択

本プロジェクトは固定クレジット期間を用いる。

(1) 更新可能なクレジット期間

該当無し。

1) 最初のクレジット期間の開始日

該当無し

2) 最初のクレジット期間の開始日

該当無し

(2) 固定クレジット期間

1) 開始日

2012年1月1日

2) 長さ

10年0か月

3.6 環境影響・その他の間接影響

負の環境影響は発生しない、又は、アイドリングストップ装置は信号待ちにおける燃料消費を節減できると考えられる。一方で、車両の停止時におけるNO_x、CO、PM、THCの排出を削減するため本システムは事業実施区域における大気汚染の改善に貢献できる

3.7 利害関係者のコメント

3.7.1 利害関係者コメントの収集及び対応

(1) 済南市公共交通総公司

- ・エンジンへの影響は大きな課題だ。アイドリングストップ装着の場合、エンジンメーカーは保障(warranty)できないという。
- ・済南公交は装着車の燃費実績を注目しているが、これまでのところ、平均よりも燃費は上回るが、同一路線のバス中で最高ではない。ということで、省エネルギー効果は、思ったほど出ていないという印象をもったとのこと。
- ・セルモーター：セルモーターの交換はコストがやすいので大きな問題ではないと、高部長は述べた。
- ・エンジンの影響：ターボチャージは高速走行などでは使用されるが、低速走行では使用されないため、路線バスの場合にはターボチャージの影響は少ないと述べた。高部長は了解した。

(2) 中通客車

- ・アイドリングストップ装置の発想は高く評価している。不安としては以下の 2 つがある。

ECU のプログラム

バッテリー、スターターモーターの問題

- ・中通としては、ぜひアイドリングストップ装置を使ってみたい。(次回、アイドリングストップ装置を提供し、指定の車に取り付けることを約束した。)
- ・アイドリングストップ装置の取り付けは主に信号取得であり、車のコントロールについて基本的に影響しないことを理解した。

(3) 山東省 CDM 技術服務中心

- ・新方法論開発、PDD 作成・提出にあたって必要な場合には相談に乗るので、いつでも連絡して下さい。
- ・暫定 PDD は事業実施に結びつかなくても良い点は理解している。新方法論に添付した PDD が実現しなかった事例も沢山知っている。しかし、問題は中国企業は何事も一番乗りを好まないということだ。他社がやっとうまくいくことがわかった後で、飛びつく傾向が強い。
- ・済南バスの一番乗りの不安を取り去り事業実施に結びつける決め手は、幹部の日本招待と思う。日本で路線バスのアイドリングストップ事例を視察し、同業の関係者の話をきかせてもらえれば、不安感は軽減される。また、日本で普及しているということは、事業実施の最もいい口実だ。
- ・また、済南バスの上位官庁の事業に対する理解を得ることも必要だ。アルメック→GEC→環境省→山東省環境局→済南バスといったルートで事業実現をお願いすることだ。
- ・また、済南バスの直接の上部組織である済南市運輸交通局へのアプローチも重要だ。こうした政府組織に話すには、日本の同等の政府組織からの働きかけが必要だ。こうした働きかけを行うには、かなり高いレベルのコネクションを動員するか、それがなければセミナーを開催するのもよい。
- ・セミナーで日本側が政府機関を動員できれば、中国側も同等の政府機関が出席することになる。ハイクラスの専門家を動員するとなるとホテル、食事などでそれなりの出費は覚悟しなければならない。山東省 CDM センターはこうしたセミナー実施にあたってもお手伝いできる。
- ・また、本件の実現化に向けて CDM 事業形成上は、燃料費節減による事業者の利益を強くアピールすることが大事だ。
- ・本件では、中国側が事業主体となり、日本側が技術提供するという構図だが、山東省 CDM センターは、中国側、日本側の両者間の調整役を果たすこともできる。
- ・是非、本件の事業実現のために支援を行いたいので、何なりと相談いただきたい。

(4) 利用者（アイドリングストップ装着車のアイドリングストップ中に乗客にインタビュー）

- ・静かでないのではないかと
- ・指摘するまでアイドリングストップに気づかない人もいる。
- ・（日本ではアイドリングストップすると車内がシーンとなり、以前はどうかしたのかと乗客がキョロキョロすることがあった。しかし、中国のバス車内は結構しゃべり声があり、しかも車内でテレビやラジオを流しているため、アイドリングストップに気づかない人が多いと見られる。また、再始動時の車体振動やエンジン音を不快とする乗客もいない）

3.7.2 受理したコメントのまとめ

受理したコメントにより、アイドリングストップの実施によるバッテリー、スターターモーター、エンジン影響への不安が大きいことが明らかとなり、その対応が事業化の成否を占う最大の課題であることが認識された。

3.7.3 受領したコメントに対して、どのように適切な配慮を行ったかの説明

本調査の中で、バッテリー、スターターモーターへの影響を分析し、アイドリングストップの実施による影響ではないことの理解を得た。しかし、濟南市公共交通総公司側のエンジン影響への不安は解消されていない。一方で、日本では30年以上にわたって路線バスのアイドリングストップが実施されているが、エンジンへの影響が問題とされたことはない。そのため、中国側関係者に日本での路線バスアイドリングストップ実態を視察してもらい、日本の事業者との対話により確認いただくことを検討している。

3.8 プロジェクトの実施体制

3.8.1 プロジェクト参加者

濟南市公共交通総公司：プロジェクトサイト・プロジェクト出資者

プロジェクトサイトであるとともにプロジェクト出資者としてアイドリングストップ装置を購入し、プロジェクト企業に装置取り付けを委託する。省エネルギー効果を裨益する。

アルメック：プロジェクト出資者・CDM 技術サービス

アルメックは日本企業として日本政府等からの公的補助金の受け皿となりプロジェクト企業に出資するとともに、アイドリングストップ装置メーカー及び中国における代理店、中国国内の CDM コンサルタントなど豊富なネットワークと CDM に関する高度な知見を駆使し、CDM 事業を運営・実施していく。配当は CERs 取得を中心として日本政府に移転する。

日本側出資者（未定）：アイドリングストップ技術サービス・プロジェクト出資者

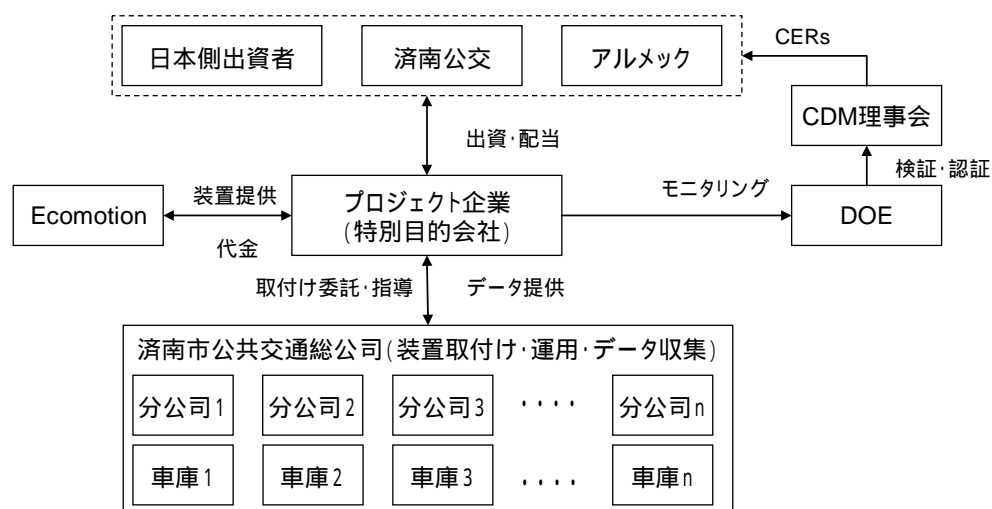
この他、日本のアイドリングストップ装置メーカーあるいはバスメーカーが出資し、先付け装置の開発・販売に向けた現地情報収集や人的ネットワーク醸成および配当収入を獲得することが考えられる。

3.8.2 プロジェクトオーナーの概要

「2.3.1.(1) 済南市公共交通総会社の概要」を参照せよ。

3.8.3 事業スキーム

プロジェクト参加者



3.9 資金計画

プロジェクト初期総投資額は、US\$300,000.0で内訳は以下のとおりである。

装置費用（購入＋装着＋操作法教習）US\$500.0/台

投資費用 US\$500.0×2,000台＝US\$1,000,000.

プロジェクト企業の資本金はプロジェクト初期投資額相当とし、済南市公共交通総会社、日本側出資者および(株)アルメックが出資する。なお、日本側出資分については、コベネフィット CDM モデル事業による補助（初期投資費用の 1/2）の導入を検討する。但し、以下の検討においては、補助金の導入はないものとする。

コベネフィット CDM モデル事業（担当：水・大気環境局水・大気環境国際協力推進室）

概要

発生するクレジットの 50～100%を無償移転することを条件に、コベネフィットを実現する CDM プロジェクトの初期投資の 1/2 を補助します。

1. 補助対象者：民間団体
2. 補助対象事業：温室効果ガス削減と水質汚濁、大気汚染、廃棄物の環境問題の解決に資するコベネフィット CDM 事業
3. 補助割合：初期投資費用の 1/2

3.10 経済性分析

3.10.1 ファイナンス分析

前提

アイドリングストップ装置導入（購入＋装着＋操作法教習）にかかる新規投資を、概念

的に路線バスによる旅客運送事業から切り離して一つのプロジェクトとみなし、新規に企業（プロジェクト企業）を設立することにし、単純化のためにすべての取引を米ドル建てとし、次のような仮定をおく。

- ・ アイドリングストップ装置導入スケジュール：
2012/01/01～2012/12/31 2,000 台
- ・ 初期投資費用
装置費用（購入＋装着＋操作法教習）US\$500.0/台
投資費用 US\$500.0×2,000 台＝US\$1,000,000. （導入期間中の金利を含まず）
- ・ プロジェクト期間： 10 年間（導入期間を含む）
- ・ 減価償却： 10 年間の定額均等償却（残存簿価なし）
- ・ 省エネ量： (2012 年) 2,072tCO₂ / 2.6tCO₂/kL = 797kL
(2013 年～) 4,143tCO₂ / 2.6tCO₂/kL = 1,594kL
- ・ 支出： 年間 US\$100,000.0（減価償却費含まず）

従来は交差点や停留所での停車時のアイドリング時に燃焼・消費していた軽油の一部がアイドリングストップを実施することにより消費量が削減される。済南市公共交通総公司はプロジェクト企業とプロジェクト期間中の CDM サービス委託契約を結び、省エネ量（軽油）当り 2RMB 相当（US\$0.30/liter）のサービス料支払いを行うものと仮定する。

すると、プロジェクト企業の収入は、

2012 年 : US\$239,100.0

2013 年～ : US\$478,200.0

つまり、プロジェクトの年間現金収支（キャッシュ・フロー）は税引き前で、

2012 年 : 年間収入 239,100.0 – 年間支出 100,000.0 = 年間 139,100.0

2013 年～ : 年間収入 478,200.0 – 年間支出 100,000.0 = 年間 378,200.0

一方、プロジェクト期間中の年間減価償却費は減価償却の条件から、

2013 年～ : 初期投資額 1,000,000.0 x 10% = 100,000.0

したがって、税引前損益は、

2012 年 : 年間収支 139,100.0 – 年間減価償却費 0.0 = 年間 139,100.0

2013 年～ : 年間収支 378,200.0 – 年間減価償却費 100,000.0 = 年間 278,200.0

そして、一般的な中国の企業所得税率 25%を仮定すると、税引後損益は

2012 年 : 年間 139,100.0 x (100% – 25%) = 年間 104,325.0

2013 年～ : 年間 278,200.0 x (100% – 25%) = 年間 208,650.0

つまり、このプロジェクト企業は黒字企業と予想される。ここで初期投資額（US\$1,000,000）を全額出資でファイナンスしたものとして、プロジェクト企業の損益計算表（PL）と貸借対照表（BS）を予想すると次のようになる。

表4 プロジェクト企業の損益計算表(PL)

単位:US\$

年度	2012	2013	2014	2015	2016
収入	239,100	478,200	478,200	478,200	478,200
支出	239,100	239,100	239,100	239,100	239,100
減価償却費	0	100,000	100,000	100,000	100,000
金融費用	0	0	0	0	0
年度	2017	2018	2019	2020	2021
収入	478,200	478,200	478,200	478,200	478,200
支出	239,100	239,100	239,100	239,100	239,100
減価償却費	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000
金融費用	0	0	0	0	0

表5 プロジェクト企業の貸借対照表(BS)

単位:US\$

年度	2012	2013	2014	2015	2016
税引前損益	0	139,100	139,100	139,100	139,100
企業所得税	0	34,775	34,775	34,775	34,775
税引後損益	0	104,325	104,325	104,325	104,325
現預金	0	204,325	408,650	612,975	817,300
固定資産	1,000,000	900,000	800,000	700,000	600,000
資産合計	1,000,000	1,104,325	1,208,650	1,312,975	1,417,300
負債	0	0	0	0	0
資本金	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000
剰余金	0	104,325	208,650	312,975	417,300
負債・資産合計	1,000,000	1,104,325	1,208,650	1,312,975	1,417,300
年度	2017	2018	2019	2020	2021
税引前損益	139,100	139,100	139,100	139,100	139,100
企業所得税	34,775	34,775	34,775	34,775	34,775
税引後損益	104,325	104,325	104,325	104,325	104,325
現預金	1,021,625	1,225,950	1,430,275	1,634,600	1,838,925
固定資産	500,000	400,000	300,000	200,000	100,000
資産合計	1,521,625	1,625,950	1,730,275	1,834,600	1,938,925
負債	0	0	0	0	0
資本金	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000	1,000,000
剰余金	521,625	625,950	730,275	834,600	938,925
負債・資産合計	1,521,625	1,625,950	1,730,275	1,834,600	1,938,925

3.10.2 キャッシュ・フローと出資の評価

ファイナンス分析を行い、このプロジェクト企業に投資（出資）ないし融資する民間企業が存在するかどうか検討する。

まず出資について検討する。民間企業が企業を新設し出資するか否かは、企業によって判断基準が異なると考えられるが、最も重要な前提は新設企業への出資が十分な収益を生むか否かである。プロジェクト企業は黒字企業と予想されるが、単に黒字だけでは十分といえない。出資企業は通常みずからも株主や債権者から資金を調達しているので、これらの出資企業自体の調達コスト（加重平均資本コスト）を超える収益が得られなければ、民間企業として出資を行う動機に欠ける。出資企業は税金を支払う民間企業と想定しているので、既往事業の影響を排除した当該出資の想定上の税引後利益率（みなし税引後利益率）

が加重平均資本コストを超えていることが必要である。仮にみなし税引後利益率が加重平均資本コスト以下であれば、出資はキャッシュ・ベースで元を取れていないことになる。海外プロジェクトに対する出資の場合には、調達コスト（加重平均資本コスト）に加えてカントリー・リスクや為替変動リスク、配当に対する源泉徴収税などを打ち消すための上乘せ利益率（リスク・プレミアム）を考慮する必要がある。したがって、海外プロジェクトへの出資のハードル・レートは、加重平均資本コストよりも高く設定することが一般的である。



出典：CDM/JI 標準教材 Version2.0

まず、10年のプロジェクト期間の出資に対する収益率すなわちエクイティ IRR を求める。プロジェクト期間の期限には、アイドリングストップ装置、バス車両とも耐用年限に近づくことから、プロジェクト期間終了後のプロジェクト企業の価値をゼロと仮定する。プロジェクト企業のエクイティ IRR は、負債調達のない出資のみのファイナンスを想定しているので、プロジェクト企業のフリー・キャッシュ・フローと同一である。この場合、10年間のプロジェクト IRR=エクイティ IRR は 14.3%と算出される。

次に、プロジェクト企業のフリー・キャッシュ・フロー(FCF)=エクイティ・キャッシュ・フロー(ECF)から出資企業の配当収入に対するみなし税額（企業所得税 25%）を控除したキャッシュ・フローを求め、10年間にわたる内部収益率を計算する。これが出資企業のみなし税引後利益率であり、このプロジェクトの場合は 10.7%となる。出資企業の加重平均資本コストが 10.0%であると仮定すると、プロジェクト企業への出資は積極的な出資動機に欠ける。これは、中国での海外事業に対するリスク・プレミアムの余地が少ないことによる。

表6 キャッシュ・フロー・プロジェクション

単位:US\$

年度	1	2	3	4	5	IRR
税引後損益	0	104,325	104,325	104,325	104,325	
減価償却費	0	100,000	100,000	100,000	100,000	
固定資産投資額	1,000,000	0	0	0	0	
FCF	-1,000,000	204,325	204,325	204,325	204,325	
ECF	-1,000,000	204,325	204,325	204,325	204,325	
みなし税	0.00	26,081.00	26,081.00	26,081.00	26,081.00	
みなし税引後 ECF	-1,000,000	178,244	178,244	178,244	178,244	
年度	6	7	8	9	10	IRR
税引後損益	104,325	104,325	104,325	104,325	104,325	
減価償却費	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	
固定資産投資額	0	0	0	0	0	
FCF	204,325	204,325	204,325	204,325	204,325	14.3%
ECF	204,325	204,325	204,325	204,325	204,325	14.3%
みなし税	26,081.00	26,081.00	26,081.00	26,081.00	26,081.00	
みなし税引後 ECF	178,244	178,244	178,244	178,244	178,244	10.7%

3.10.3 引き換え払いカーボン・ファイナンスの効果

それでは、ここにカーボン・ファイナンス（クレジット先渡契約）を導入した場合を想定する。プロジェクト企業の年間 CO₂ 排出削減量は、

2012年 : 2,072 tonCO₂、

2013年～ : 4,143 tonCO₂

と予想される。ここで、十分な信用力を持つクレジット取得企業が10年間のクレジット期間にわたって引き換え払いのカーボン・ファイナンスを提供するものと仮定し、先渡し価格を US\$5.0 /tonCO₂ とすると、プロジェクト企業の収入は、

2012年 : 年間 2,072 tonCO₂ x US\$5.0 /tonCO₂ = 年間 US\$10,360.0

2013年～ : 年間 4,143 tonCO₂ x US\$5.0 /tonCO₂ = 年間 US\$20,715.0

増加することになる。この仮定から、プロジェクト企業の損益計算表(PL)及びキャッシュ・フローは、次のように予想されることになる。

表7 カーボン・クレジット収入

単位: US\$

年度	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
CO ₂ 排出削減量	2,072	4,143	4,143	4,143	4,143	4,143	4,143	4,143	4,143	4,143
クレジット収入	10,360	20,715	20,715	20,715	20,715	20,715	20,715	20,715	20,715	20,715

注: クレジットの先渡し価格は 5.0US\$/tonCO₂ とした。

表 8 カーボン・ファイナンス（引き換え払い・10 年間）の PL 及びキャッシュ・フロー
単位:US\$

年度	2012	2013	2014	2015	2016	IRR
収入	249,460	498,915	498,915	498,915	498,915	
支出	239,100	239,100	239,100	239,100	239,100	
減価償却費	0	100,000	100,000	100,000	100,000	
金融費用	0	0	0	0	0	
税引前損益	10,360	159,815	159,815	159,815	159,815	
企業所得税	2,590	39,954	39,954	39,954	39,954	
税引後損益	7,770	119,861	119,861	119,861	119,861	
減価償却費	0	100,000	100,000	100,000	100,000	
固定資産投資額	1,000,000	0	0	0	0	
FCF	-992,230	219,861	219,861	219,861	219,861	
ECF	-992,230	219,861	219,861	219,861	219,861	
みなし税	1,943	29,965	29,965	29,965	29,965	
みなし税引後 ECF	-994,173	189,896	189,896	189,896	189,896	
年度	2017	2018	2019	2020	2021	IRR
収入	498,915	498,915	498,915	498,915	498,915	
支出	239,100	239,100	239,100	239,100	239,100	
減価償却費	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	
金融費用	0	0	0	0	0	
税引前損益	159,815	159,815	159,815	159,815	159,815	
企業所得税	39,954	39,954	39,954	39,954	39,954	
税引後損益	119,861	119,861	119,861	119,861	119,861	
減価償却費	100,000	100,000	100,000	100,000	100,000	
固定資産投資額	0	0	0	0	0	
FCF	219,861	219,861	219,861	219,861	219,861	16.6%
ECF	219,861	219,861	219,861	219,861	219,861	16.6%
みなし税	29,965	29,965	29,965	29,965	29,965	
みなし税引後 ECF	189,896	189,896	189,896	189,896	189,896	12.5%

この場合、プロジェクト期間 10 年間のエクイティ IRR は 16.6%、出資企業のみなし税引後利益率は 12.5%と予想され、カーボン・ファイナンスによってそれぞれ 2.3%、1.8%向上することが予想される。出資企業のハードル・レートを 10.0%とすれば、2.5%のリスク・プレミアムを見込むことができる。

3.11 追加性の証明

プロジェクトの追加性を証明するために、プロジェクト提案者は適用可能と考えられる考え得る全ての方策を包含する信憑性のある代替シナリオを特定する。これら信憑性のある代替シナリオは、小規模 CDM プロジェクト用簡易実施手順(Simplified modalities and procedures for SSC project activities)付属書 A 付録 B(Attachment A to Appendix B)に示されるガイダンスにしたがって更に分析を行いプロジェクトの追加性を証明し、適切かつ保守的なベースラインを決定する。

小規模 CDM プロジェクト用簡易実施手順(Simplified modalities and procedures for SSC project activities)パラグラフ 28 によれば、プロジェクト提案者が付属書 A 付録 B(Attachment A to Appendix B)に示される一つまたはそれ以上のバリアが存在するためにプロジェクトが導入できないことを示すことができる場合には、Appendix B にリストアップされている小規模方法論を適用可能である。

- a)投資バリア
- b)技術的バリア
- c)一般的慣行に関するバリア
- d)その他のバリア

ベースラインシナリオを特定し追加性を証明するために、以下の3段階を踏む。

STEP1 プロジェクトの代替シナリオの特定

STEP2 バリア分析

STEP3 結論

STEP1 プロジェクトの代替シナリオの特定

本プロジェクトには、以下の4つの妥当な代替シナリオが考えられる。これらはすべて中国あるいは山東省の法令や規則等を満たす。

代替シナリオ1：現状の継続（アイドリングストップは実施されない）

代替シナリオ2：後付けアイドリングストップ装置を導入せず、マニュアルアイドリングストップを実施

代替シナリオ3：アイドリングストップ装置を装着した新型バスの導入

代替シナリオ4：CDM無しでのプロジェクトの実施

STEP2 バリア分析

提案プロジェクトには、技術的バリアおよび一般慣行バリアが存在する。

・技術的バリア

後付アイドリングストップ技術は、様々な車両に取り付けるために、その車種に応じた対策をとらねばならない。日本では既に10年以上の取り付け・運用経験が積み、ほとんどの車両に取り付け可能となっている。一方、中国では今日まで後付アイドリングストップ技術は導入されていない。その原因は、車両影響懸念、取り付け技術の経験・蓄積がない、運転操作技術の経験・蓄積がないためである。こうした後付Idsp技術を中国で導入・普及していくためには日本で蓄積した技術の移転、中国での取り付け・運用を進めるための人材の教育・訓練が必要である。したがって、提案するプロジェクトは日本側からの技術移転がなければ、実現できない。

・一般的慣行に関するバリア

中国では、現在のところ後付けアイドリングストップ装置は導入されておらず、またその開発も行われていない。さらに、後付けアイドリングストップ装置の装着による車体影響を把握した技術・経験の蓄積もなく、導入に至っていない。中国では国産車はエンジンなど車体製造技術が日本ほど進んでおらず、日本で普及しているアイドリングストップ装置を中国車に適用できないと考えられているため、導入への抵抗が大きい状況である。

中国におけるアイドリングストップ装置の本格的な導入は本事業が初めてのものとなり、

濟南市公共交通總公司も本プロジェクトによる日本側からの提案により初めて後付けアイドリングストップ装置のことを知った。

以上より、本プロジェクトには技術的バリアおよび一般慣行バリアが存在する。

STEP3 結論

それぞれの代替シナリオの評価を以下のとおり行った。

・代替シナリオ 1

特段の投資を必要とせず、運転者への教育や指導も必要無く、運転者の追加的な負担が無いことから、最も現実的なシナリオである。

・代替シナリオ 2

「後付けアイドリングストップ装置利用以外の方法によるアイドリングストップ実施」シナリオに関しては、「マニュアルアイドリングストップの実施」は、中国や濟南でそのような法令や規則が無く、また、イグニッションキーでのエンジン停止・始動操作では煩わしさのためその実施に限界があるといわれている。また、煩雑な運転操作は操作ミスや発進遅れなどの原因となる可能性があるほか、ドライバーの負担増加により安全運行に影響する可能性もある。したがって、このシナリオはベースラインシナリオにはなり得ない。

・代替シナリオ 3

「製造時にアイドリングストップ装置を組み込んだ新車」は、中通などの車両会社でそのような車輛製造の予定が無い。したがって、このシナリオはベースラインシナリオになり得ない。

・代替シナリオ 4

STEP2 に示したとおり、本代替シナリオには技術的バリアおよび一般慣行バリアが存在する。このため、本代替シナリオはベースラインシナリオになり得ない。

以上の結果から、ベースラインシナリオは代替シナリオ 1 の現状の継続である。また、STEP2 において提案プロジェクトには技術的バリアおよび一般慣行バリアが存在する。このため、提案プロジェクトは追加的であると結論できる。

Investment barrier (ESCO 事業化の場合のみ)

クレジットがない場合、出資企業のみなし税引後利益率は 10.7%となる。出資企業の加重平均資本コストが 10.0%であると仮定すると、プロジェクト企業への出資は積極的な出資動機に欠ける。これは、中国での海外事業に対するリスク・プレミアムの余地がないことによる。

ここにカーボン・ファイナンス（クレジット先渡契約）を導入した場合を想定すると、プロジェクト期間 10 年間のエクイティ IRR は 16.6%、出資企業のみなし税引後利益率は 12.5%と予想され、カーボン・ファイナンスによってそれぞれ 2.3%、1.8%向上することが予想される。出資企業のハードル・レートを 10.0%とすれば、2.5%のリスク・プレミアムを見込むことができる。

3.12 事業化の見込み

済南市公共交通総会社が本事業の実施に踏み切るためには、1)技術的障壁及び一般的慣行に関する障壁をクリアし、2)投資障壁をクリアする必要がある。調査提案時にも指摘したとおり最大の障壁は 1)であり本事業性調査自体もこの障壁のクリアに重点を置いてきた。これまで中国製車両に適合するようにアイドリングストップ装置の改良・調整を重ねた結果、10 月半ば以降は安定的に動作するようになっている。これによって、装着車の走行記録も収集できるようになり省エネルギー効果も確認できるようになった。まだ、ターボ付きエンジンへの影響など十分に理解されていない面があるが、これがまさに中国国内で初の取組みにおける一般的慣行に関する障壁である。

なお、アイドリングストップ装置導入のための技術的障壁のクリアを最優先とし、まず安定的に動作し一定の省エネ効果を証明できない限りは、装着車種・台数、実施路線といった具体の導入計画の検討に着手することができない状況となっていたが、済南市公共交通総会社は本事業に対するスタンスを第 4 回現地調査で表明した。主な点は、以下のとおりである。

(済南市公共交通総会社)

- ・ PDD、調査の継続について、昨日、問題などを説明した。それにより、PDD、CDM について明確になった。
- ・ 省エネ効果、トラブルの改善について統一した見解をもった。
- ・ 調査結果はこれまでは成功したといえるが、1 台だけなので実験としては不十分と考える。特に、車両への悪影響、バッテリー、スターター、ターボに与えるストレスで寿命が短くなるのではないかとこの疑念が解消していない。
- ・ また、アイドリングストップ後の再スタート時の方法論における燃費の計算方法は理解するが、実運用時には充電と放電時の燃費のデータがほしい。
- ・ 装置について、データの不足と心配があり、科学的な根拠が足りないが、現状では問題があるものの PDD に済南バスの名前を記載することに同意する。
- ・ 継続調査については、科学的な根拠、省エネのデータを入手することができるため同意する。
- ・ 次年度の CDM 化検討については手続き上、上の組織の了解が必要であることを付け加えたい。
- ・ 以上の情報に加えて、できるだけこの事業に済南市公共交通総会社として済南市政府に承認をもらいたいと考えている。(補：省エネ事業に対して、市政府から補助金が出ている)
- ・ データの取得、分析などを行うため、今回の継続調査に科学技術研究院を加えたい。
- ・ エンジンメーカーが反対してきたので、共同実施ならメーカーを説得して安価にアイドリングストップ装置の取付けを実現できる。
- ・ 日本側には装置取付けのための資金援助もしてもらいたい。
- ・ 済南市公共交通総会社はこれまでにアメリカやバスメーカーとの共同プロジェクトの実

績がある。

- ・これらの点について日本側からの回答をもらいたい。

(調査団の返答)

- ・PDD に済南市公共交通総公司の名前を記載させていただくことを確認した。
- ・技術的な課題はあるが、アイドリングストップについて概ね有用であるとの認識をもたれていることを確認した。
- ・また、済南市政府からの補助金で研究を進めることは済南市の中で取り組もうとの認識に立ったものであると理解する。
- ・エンジンメーカー、バスメーカーへのアプローチを共同で行うことに賛成でエンジンメーカーに技術的にアイドリングストップが問題ないと確認させることが重要であると考える。
- ・さらに詳細な計画を立案して、日中合作の仕事としていきたい。
- ・装置の提供、台数は今後詰めるが、装置は日本側から提供する。
- ・共同実験に係る資金援助も出来るだけ、希望に沿えるように考えたい。

以上のように、現段階で事業化に合意を取り付けるのは困難であり、次年度も引き続き調査を継続し障壁をクリアすることが日中双方にとって最善と考える。小規模新方法論の承認申請は、添付する暫定 PDD の提出について済南市公共交通総公司の了解を得たので、準備が整い次第、3月乃至4月中には提出の予定である。

今後、具体の事業の国連登録までは、新方法論の申請後約1年9か月程度を想定している(新方法論審査・承認:10か月、承認方法論に基づくPDDの完成:2か月、有効化審査:5か月、国連申請・登録:4か月程度)。なお、済南市公共交通総公司による事業実施の決定が第一であるが、新方法論の審査中に決定されれば最短での登録となる。

4 バリデーション

本調査中では、PDDの有効化審査段階に至っていない。

5 コベネフィットに関する調査結果

5.1 背景

2009年に中国政府は、省エネおよび新エネルギー自動車の利用促進に関する補助金政策を全国13のモデル都市で実施することを通知した。中央政府がモデル都市に指定したのは、北京、上海、重慶、長春、大連、杭州、済南、武漢、深セン、合肥、長沙、昆明、南昌の13都市であり、本政策では、公共バス、タクシー、公用車、衛生管理用自動車、郵便車など、公共サービスに使用する車両に対して、省エネおよび新エネルギー自動車の率先的な導入を積極的に進めることとしている。これにより、公共車両による燃費改善と大気汚染物質排出削減の効果が期待される。しかし、本政策は新車への転換政策であり、中国にお

いては使用過程車への自動車公害防止対策の視点が乏しい現状がある。

5.2 ホスト国における環境汚染対策等効果の評価

5.2.1 評価対象項目

- ・燃料節減効果
- ・大気汚染物質排出量（NO_x、PM、CO 及び THC）

5.2.2 ベースライン／プロジェクトシナリオ

(1) ベースラインシナリオ

「プロジェクトが実施されない場合、後付けアイドリングストップ装置が装着されずに、信号待ち等でのアイドリングが継続され、燃料の消費及び大気汚染物質の排出が継続する。」

(2) プロジェクトシナリオ

「プロジェクトが実施される場合、後付けアイドリングストップ装置が装着され、信号待ち等でのアイドリングが停止され、燃料の消費及び大気汚染物質の排出がなくなる。」

5.2.3 ベースラインの評価方法とモニタリング計画

評価対象項目の定量的把握のためのモニタリングはアイドリングストップ装置の稼働記録によって行う。計測される運行時間中のアイドリングストップ時間を、算定式に適用することによりコベネフィット評価を定量的に実施することが可能となる。

定量評価に必要となるデータ項目、及びデータ取得方法は、以下に示す方法とする。

表 9 定量評価に必要となるデータ項目及びその取得方法

分類	データ項目	データ取得方法
ベースラインシナリオ排出量計算に必要なデータ	運行時間中のアイドリング時間	アイドリングストップ装置の稼働記録により取得する。
	アイドリング時の大気汚染物質排出係数	文献値または実測値
	アイドリング時の燃料消費量	対象車種について、燃料消費量を実測する。
プロジェクトシナリオ排出量計算に必要なデータ	運行時間中のアイドリングストップ時間	アイドリングストップ装置の稼働記録により取得する。
	有効時間（エンジン再始動時の燃料消費量及び大気汚染物質排出増加分に見合うアイドリングストップの最短時間）	文献値または実測値

(1) アイドリング時の排出係数

対象とする車種のアイドリング時の排出係数は、測定により求めることが望ましいが、対象国により排出係数を測定する機器が整備されていないため、直接測定が困難であることが実情である。そのため、既存文献による報告値をデフォルト値として整理した。

表 10 車種別の大気汚染物質のアイドリング時排出係数

車種	大気汚染物質(g/s)				出典
	NOx	CO	PM	THC	
小型ディーゼル貨物車	0.007	0.005	-	0.003	文献 4
大型ディーゼル貨物車	0.008	0.007	-	0.004	文献 4
大型路線バス	0.007	0.004	-	0.002	文献 4
School bus	0.021	0.012	0.00023	0.0046	文献 6
Heavy-duty diesel Bus	0.0155	0.026	0.0007	-	文献 2
On-road heavy-duty diesel vehicles	0.011-0.030	0.011-0.024	0.000039-0.0032	0.0022-0.0103	文献 3
大型路線バス(長期規制適合)	0.0052	-	0.00012	-	文献 7
大型路線バス(新短期規制適合)	0.0043	-	0.0001	-	文献 7
大型路線バス(新長期規制適合)	0.0063-0.0092	-	0-0.000083	-	文献 7

また、アイドリングストップ後のエンジン再始動時には、燃料消費量が一時的に増加することと、排ガス中の大気汚染物質（NOx, PM）の排出量は多くなることが明らかとなっている^{文献 5, 7}。しかし、アイドリングストップ継続時間やそれまでの走行状況が大気汚染物質排出に影響するため、個々のケースを対象とした増加量を設定することは困難である。したがって、ここでは既存文献により示されているエンジン再始動後の影響を、デフォルト値として提示することとする。なお、THC と CO は既存文献によるデフォルト値が存在しない。

表 11 有効時間

燃料種類	有効時間(sec)	出典
軽油	3～5	文献 5
ガソリン	3～5	文献 5
NOx	3～21	文献 7
PM	6～23	文献 7

参考文献

1. NASA, 1996, On-Board Heavy-Duty Truck Mobile Emission Testing in Support of Mobile Source Emission Inventories and On-Board Emissions Factor for Diesel Bus.
2. United States Environmental Protection Agency, 1998, Emission Facts Idling Vehicle Emissions.
3. Sierra Club, DEVELOPMENT OF IDLE EMISSION FACTORS.
4. 財団法人交通エコロジー・モビリティ財団, 1999, 短時間のアイドリングストップの有効性実測報告書.
5. 横田ら, 1999, エンジン始動時の NOx 排出量、燃料消費量に関する基礎的検討.
6. Cook, B., 2002, "Airborne Toxic Control Measure to Limit School Bus Idling and Idling at Schools", California Air Resources Board.
7. 小谷野ら, 2009, 最新排出ガス規制適合の路線バスのアイドリングストップによる CO2 等の低減効果.

5.2.4 プロジェクト実施前の試算（定量化）の計算過程と結果

本事業の実施により期待されるコベネフィットの以下のとおり試算される。なお、THCとCOについてはエンジン再スタート時の排出量を算定するための有効時間が得られないため、本事業では算定しないこととする。

ベースライン排出量

ベースライン排出量は下式により計算される。

$$BFC_y = \sum(FC_{IS,i} \times T_{i,k,y} \times 10^{-3}) \quad (1)$$

ここで、

BFC_y : y年における総ベースライン燃料消費量(kL/年)

$FC_{IS,i}$: 自動車iのアイドリング時燃料消費量(L/秒)

$T_{i,k,y}$: y年における自動車iの積算アイドリング時間(秒/年)

$$BE_{k,y} = \sum(BEF_i \times T_{i,k,y} \times 10^{-6}) \quad (2)$$

ここで、

$BE_{k,y}$: y年における大気汚染物質kの総ベースライン排出量(t/年)

$BEF_{i,k}$: 自動車iの大気汚染物質kのアイドリング時排出係数(g/秒)

$T_{i,k,y}$: y年における自動車iの積算アイドリング時間(秒/年)

表 12 総ベースライン燃料消費量

パラメータ	値	説明
BFC_y	859 (2012年、1,000台) 1,718 (2013年～)	計算値
$FC_{IS,i}$	0.467×10^{-3}	実測値
$T_{i,k,y}$	1,839,600,000 (2012年、1,000台) 3,679,200,000 (2013年～、2,000台)	推定値

表 13 大気汚染物質の総ベースライン排出量

パラメータ	値	説明
$BE_{NOx,y}$	12.9 (2012年、1,000台) 25.8 (2013年～、2,000台)	計算値
$BE_{PM,y}$	12.9 (2012年、1,000台) 25.8 (2013年～、2,000台)	計算値
$BEF_{i,NOx}$	0.007	文献値
$BEF_{i,PM}$	0.007	文献値
$T_{i,k,y}$	1,839,600,000 (2012年、1,000台) 3,679,200,000 (2013年～、2,000台)	推定値

プロジェクト排出量

プロジェクト排出量は下式により計算される。

$$PFC_y = \sum(N_{i,y} \times T_{i,y} \times FC_{IS,i} \times 10^{-3}) \quad (3)$$

ここで、

PFC_y : y 年における総プロジェクト燃料消費量(kL/年)

$N_{i,y}$: y 年における自動車 i のアイドリングストップ回数(回/年)

$FC_{IS,i}$: 自動車 i のアイドリング時燃料消費量(L/秒)

$TP_{J,i}$: 有効時間。エンジン再始動時の燃料消費量増加分に見合うアイドリングストップの最短時間。既存資料から最も保守的な値として、5 秒と設定。

$$PE_{k,y} = \Sigma(N_{i,y} \times BEF_i \times TP_{J,i} \times 10^{-6}) \quad (4)$$

ここで、

$PE_{k,y}$: y 年における大気汚染物質 k のプロジェクト排出量 (t/年)

$N_{i,y}$: y 年における自動車 i のアイドリングストップ回数 (回/年)

$BEF_{k,i}$: 自動車 i の大気汚染物質 k のアイドリング時排出係数(g/秒)

$TP_{J,i}$: 有効時間。既存文献から最も保守的な値を採用した。

表 14 総プロジェクト燃料消費量

パラメータ	値	説明
PFC_y	60 (2012 年) 119 (2013 年～)	計算値
$N_{i,y}$	25,550,000 (2012 年、1,000 台) 51,100,000 (2013 年～、2,000 台)	推定値
$FC_{IS,i}$	0.467×10^{-3}	実測値
$T_{i,k,y}$	5	文献値

表 15 大気汚染物質のプロジェクト排出量

パラメータ	値	説明
$PE_{NOx,y}$	3.76 (2012 年) 7.51 (2013 年～)	計算値
$PE_{PM,y}$	4.11 (2012 年) 8.23 (2013 年～)	計算値
$BEF_{NOx,i}$	0.007	文献値
$BEF_{PM,i}$	0.007	文献値
$N_{i,y}$	25,550,000 (2012 年、1,000 台) 51,100,000 (2013 年～、2,000 台)	推定値
$TP_{J,NOx}$	21	文献値
$TP_{J,PM}$	23	文献値

削減量

本事業による燃料節減量及び大気汚染物質排出削減量は下式により計算される。

$$ER_{FC} = BE_{FC,y} - PE_{FC,y}$$

$$ER_{NOx,y} = BE_{NOx,y} - PE_{NOx,y}$$

$$ER_{PM,y} = BE_{PM,y} - PE_{PM,y}$$

表 16 プロジェクト期間中のコベネフィット試算結果

年	燃料節減量 (kL/年)	NOx 削減量 (tNOx/年)	PM 削減量 (tPM/年)
2012	799	9.1	8.8
2013	1,599	18.3	17.6
2014	1,599	18.3	17.6
2015	1,599	18.3	17.6
2016	1,599	18.3	17.6
2017	1,599	18.3	17.6
2018	1,599	18.3	17.6
2019	1,599	18.3	17.6
2020	1,599	18.3	17.6
2021	1,599	18.3	17.6

6 持続可能な開発への貢献に関する調査結果

多数の車両への後付アイドリングストップ装置の取り付けは、停車中のエンジン停止による燃料消費の削減により地球温室効果ガスの排出を削減するとともに、大気汚染物質の排出も削減し、地球温暖化防止への貢献のみならず道路沿道の住民への気管支系を中心とする健康影響を緩和する。

また、本技術は中国における自動車電装技術の一つとして全国的に普及することが期待され、自動車メーカー、自動車電装メーカー、自動車整備業界の技術水準向上の呼び水となりナビシステムや ETC システムの普及の道筋を付けることが期待される。アイドリングストップを含むこれら自動車運行管理技術の普及は、中国の持続可能な発展に寄与する。