

平成 22 年度 CDM / JI 事業調査

中国・山東省における路線バスへの アイドリングストップ装置取付プログラム CDM 実現可能性調査

報告書

平成 23 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 22 年度 CDM/JI 事業調査」の一環として、公益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・山東省における路線バスへのアイドリングストップ装置取付プログラム CDM 実現可能性調査」の成果である。本プロジェクトは中国・山東省における各都市の路線バス事業者を対象としたプログラム活動であり、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ることにより、燃料消費に伴う CO₂ 排出量を削減することを目的としている。

本年度調査では山東省・済南市で運行中のバスにアイドリングストップ装置を取り付ける実証実験をおこない、その燃料節減効果が確認された。本プロジェクトの最初の CPA として済南市公共交通総会社が保有する路線バス約 1,400 台にアイドリングストップ装置の取り付けをおこなった場合、クレジット期間中に年間約 2,450 トンの CO₂ 排出を削減することができる。さらに、燃料消費量の減少は排出ガス中の NO_x 等による大気汚染の抑制や、運行経費の節減による路線バスのサービス水準改善にもつながると考えられる。

中国では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、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、新車を含む中国国内他都市の路線バスへの普及につながる可能性がある。長期的にアイドリングストップが全土で実施されることで運輸部門における大きな CO₂ 排出削減が実現し、加えて都市域における大気環境の改善も期待される。

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 23 年 3 月
一般財団法人 日本気象協会

目次

1 基礎情報.....	1
2 調査内容.....	4
3 調査結果.....	11
4 結論.....	36
5 コベネフィットに関する調査結果.....	44
6 持続可能な開発への貢献に関する調査結果.....	47

資料	•PoA-DD
	•CPA-DD-generic
	•CPA-DD
	•AMS-III.A.P.
	•経済性分析に関する資料
	•現地調査報告書
	•排出削減(省エネ)効果に関する報告
	•車両影響評価に関する報告

1 基礎情報

1.1 プロジェクトの概要

(1) PoA の概要

本 PoA は中国・山東省(人口 9,400 万人、面積 16 万 km²)内の路線バスを対象にアイドリングストップ装置を取り付けバス運行時の停車中のアイドリングを停止し、燃料消費を抑制し二酸化炭素の排出を削減する事業である。山東省内には約 4 万台の路線バスが運行しており、このうち約 1.5 万台に取り付け、年間約 3 万 t-CO₂ の排出削減を図る。わが国が開発した後付けアイドリングストップ装置は、日本では既に 2,000 台以上の取付け実績があり信頼性・操作性が高く、中国全土の路線バスへの波及可能性をもつ事業である。CDM 事業によるクレジット収入は、バスアイドリングストップの普及するわが国の技術導入を可能にし、導入による車両に対する影響を予防するなど、事業効果を高め事業の実現を確実なものにすることができる。あわせて大気汚染源である NO_x、PM の排出を削減し、沿道の大気環境の改善に資する。中国での後付けアイドリングストップ装置の取付けおよび運用について経験が豊富な創級意(北京)科技有限公司(GE Creation Technologies, Inc. 以下 GECT)が PoA の調整管理組織として加わることを了解している。

(2) 第 1 号 CPA 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)の公共交通運営事業者である済南市公共交通総公司(済南公交)が保有するバス 4,000 台のうち約 1,400 台に中国で初めてアイドリングストップ装置を取り付け、運行時のターミナル、交差点、停留所での停車時にアイドリングストップし、年間約 2,450tCO₂ の排出削減を図る事業である。

第 1 号 CPA の稼働開始時期は 2012 年 1 月と想定する。

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が進行中である。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、2008 年に世界銀行のケーススタディとして済南公交において、アイドリングストップ装置装着による GHG 排出削減事業構想を提案した実績がある。2009 年には済南公交での CDM 事業を想定し実現可能性調査を実施し、その中で小規模 CDM の新方法論を作成した。2009 年度調査成果から本事業実施による路線バス 1 台の年間 CO₂ 排出削減量は約 2tonCO₂であることを確認し、排出削減量を拡大するためには、取付け台数を拡大することから、本調査では山東省内の公共交通総公司を対象としたプログラム CDM としての事業組成の実現可能性を調査することとした。

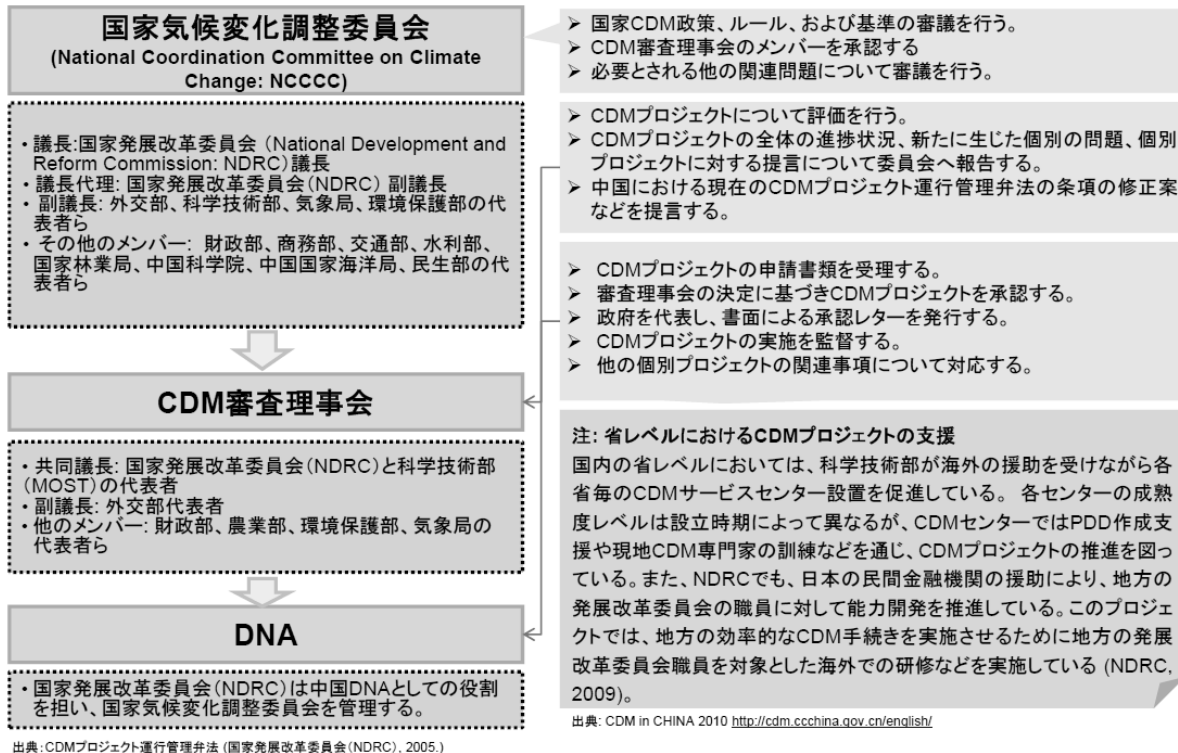
1.3 ホスト国に関する情報

ホスト国: 中国
実施場所(PoA): 山東省
実施場所(最初の CPA): 山東省済南市 済南市公共交通総公司

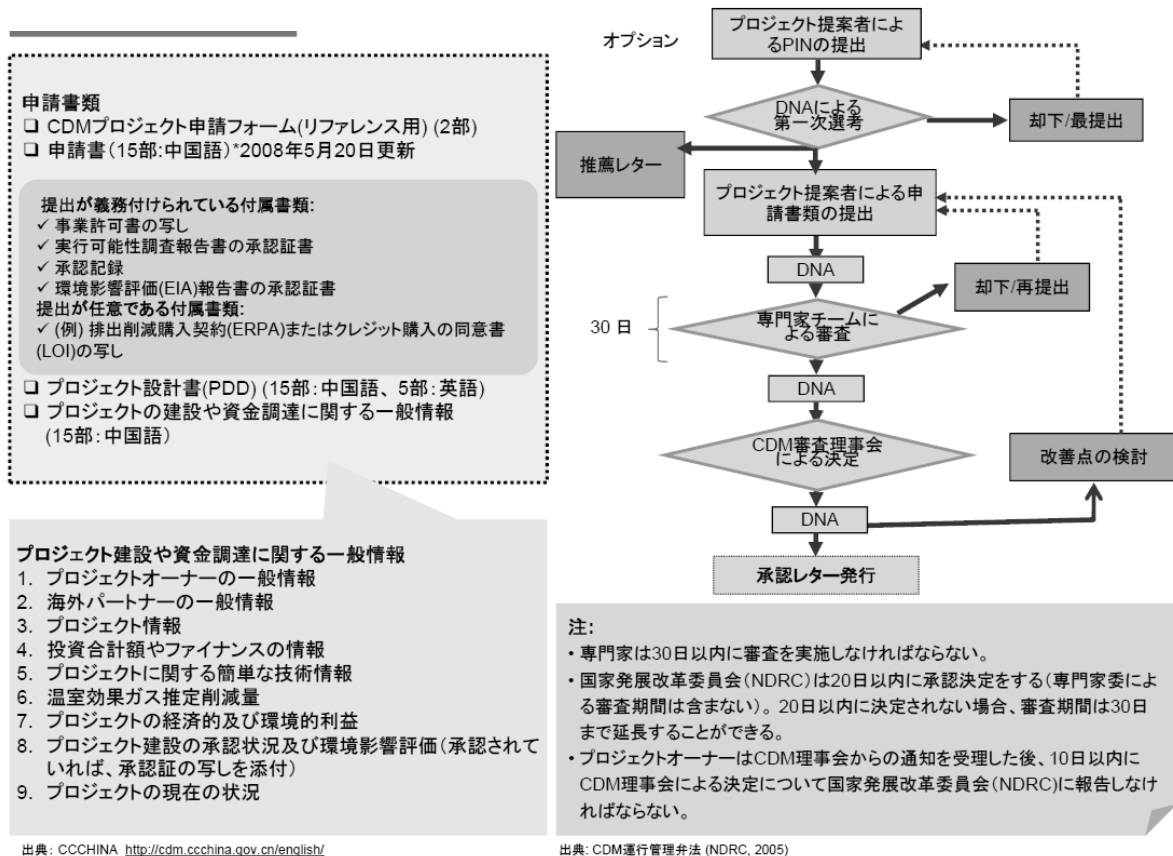
1.4 ホスト国の CDM/JI に関する政策・状況等

1.4.1 ホスト国の CDM/JI に関する情報

(1) 指定国家機関(DNA)体制(出典:IGES CDM 国別ハンドブック)



(2) DNA 承認手順(出典:IGES CDM 国別ハンドブック)



(3) DNA 承認基準(出典:IGES CDM 国別ハンドブック)

承認要求事項

- 中国におけるCDMの参加資格(中国の会社/個人が51%以上の株を所有していることが必須)
- プロジェクト設計書(PDD)
- ベースラインと排出削減量
- CER価格(人民元/tCO₂e) 及び CERの移転量合計(tCO₂e)
注:購入契約によって定められたCER価格は人民元を単位として申請フォームに記入すること。また、申請フォーム記入時の為替レートを使用すること。
- 資金及び技術移転(プロジェクト資金がODAの流用ではないことを確認する。)
- クレジット期間
- モニタリング計画
- 持続可能な開発への寄与度

中国のCDM政策:CDM運行管理弁法

CDMプロジェクト重点分野(第4条)

- エネルギー効率改善
- 新エネルギーと再生可能エネルギーの開発・利用
- メタンガスと石炭層ガスの回収・利用

中国政府側分配比率(第24条)

- HFC及びPF₆C系プロジェクト—65%
- N₂Oプロジェクト—30%
- 第4条の重点分野及び植林プロジェクト—2%

認証排出削減量(CER)の移転収益について(第24条)

- 認証削減量の資源は中国政府の所有に帰属する。
- CDMプロジェクトによって発生する排出削減量はプロジェクト実施機関の所有に帰属する。
- CDMプロジェクトの認証排出削減量による収益は中国政府とプロジェクト実施機関双方の所有に帰属する。

出典: CDM運行管理弁法 (CCCHINA, 2005) <http://cdm.ccchina.gov.cn/english/Newsinfo.asp?NewsId=905>

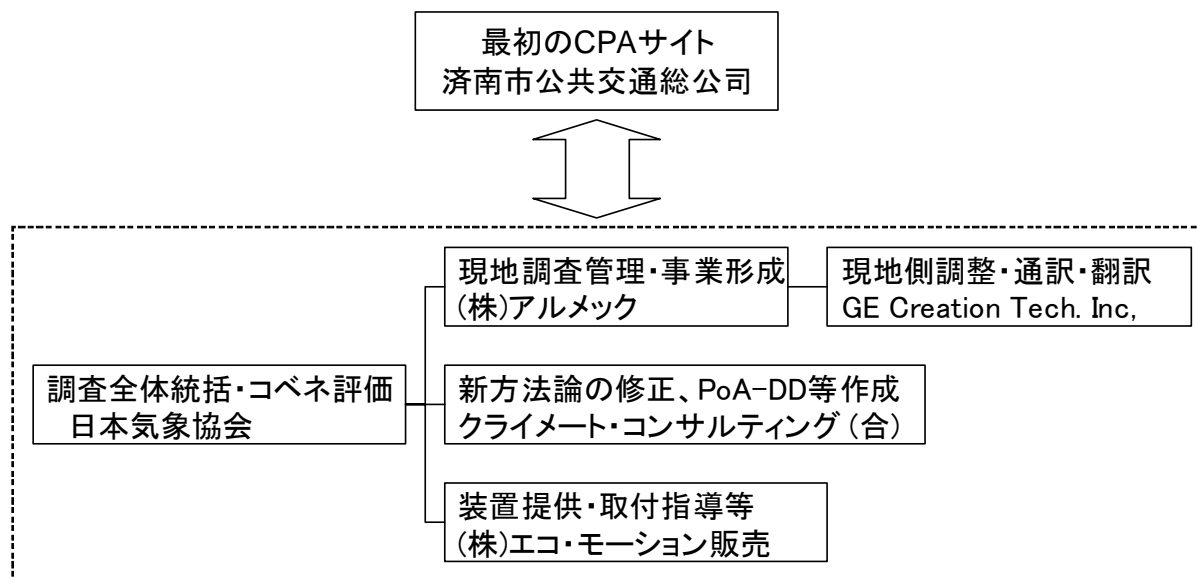
1.4.2 DNA のコメント

国家發展改革委員会環境資源综合利用司(省エネに関する国の主管部門)を訪問し、事業概要を説明しコメントをいただく予定である。また、国家發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いただく予定である。

2 調査内容

2.1 調査実施体制

2.1.1 調査実施体制図



図－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

済南市公共交通総公司	:最初の CPA サイト
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	:現地調査管理・事業形成
クライメート・コンサルティング合同会社	:新方法論の修正、PoA-DD 等の作成
株式会社エコ・モーション	:アイドリングストップ装置提供・取付指導等
GE Creation Tech, Inc.	:現地側調整・通訳・翻訳

2.2 調査課題

➤ アイドリングストップ装置取付けとドライバーの IS 励行対策

- ・アイドリングストップ装置取り付けと調整
- ・ドライバー・整備士の教習
- ・コンテストの実施

➤ 省エネ効果の確認

- ・本事業におけるコベネフィットのひとつである省エネ効果を適切に評価する。
- ・評価のために基礎的情報としてアイドリング時燃料消費量を測定する。

➤ 車両影響評価

- ・エンジン寿命やターボチャージャーへの影響評価と対策
- ・バッテリーやスターターモーターへの影響評価と対策
- ・エアブレーキへの影響評価と対策

➤ 新方法論の承認

・SSC-NM052 の承認のために UNFCCC からのコメントに対応する。

➤ 事業性評価

- ・事業効果のあがる装置取り付け車両の特定
- ・装置導入・運営コストの見積り(取り付け・メンテナンス体制と密接に関わる)

➤ プロジェクトスキーム確立

・実証実験で高い省エネルギー効果を確認できれば、済南公共交通総会社がプロジェクトオーナーとなることもありうる。

2.3 調査内容

表－1 調査課題及び成果

課題	成果
装置取付とIS 励行対策	<p>9 月 14 日から 20 日に株式会社エコ・モーション販売の技術者 2 名を済南公共交通総会社のバス車庫へ派遣して、合計 10 台にアイドリングストップ装置を取り付けた。また、今後の事業化の際に速やかな取付けが可能となるように取付け方法をバス車庫の技術者へ教習した。上記の装置取付け後の第 2 回現地調査において、機器が正常に動作することを確認するとともに、10 月から開始した実証試験期間中は、アルメック中国から済南公共交通総会社へ随時連絡をとり、不具合等の発生時には速やかに対応できる体制を整えた。</p> <p>第 2 回現地調査において、財団法人省エネルギーセンターの講師により対象バスの運転手にエコドライブ教習会を実施した。教習及び質疑応答により、アイドリングストップの燃料消費削減効果について理解を深められたと考える。</p> <p>なお、3ヶ月間のアイドリングストップコンテストの実施後に装着車両ドライバーにヒアリングを行ったが、成績上位のドライバーほどアイドリングストップ実施による省エネ効果を強く認識していることがわかった。また、エンジンカット操作はアイドリングストップ装置付属のボタンを使用し、リスタート操作はクラッチペダル踏み込みによる方法が一般的であった。これは、減速時にギアをニュートラルにしブレーキ操作だけで停車するため、エンジンブレーキ利用による停車を想定したクラッチペダルオフによるエンジンカットはなじまないためである。なお、路線バスの場合、排気ブレーキやリターダが入ればなしのためアクセルオフすると、これらが作動して急な減速となり、エンジンブレーキを活用したゆっくりした減速と燃料節約ができないと考えられる。走行時には、これらの補助ブレーキのスイッチを切り、必要ときにスイッチを入れることの可能性を探り、標準的なエンジンカット操作を示す必要がある。</p> <p>また、10 月から 12 月までの 3 ヶ月間、装置取付車 11 台を対象に IS コンテストを実施し、適切な IS 実施能力向上を図った。その結果、アイドリングストップ率は最大 13%、平均 8%に達した。なお、停車率は概ね 30%であった。</p>
省エネ効果の確認	<p>装置取り付け車両の在籍する 35 号及び 36 号車庫においてプロジェクト排出量算定のための基礎データとなるアイドリング時燃料消費量を測定した。</p> <p>事業効果のあがる装置取り付け車両の特定のために、済南公共交通総会社へ詳細な保有車両情報(年式、型式等)の提供を依頼した。</p> <p>10 月から 3 ヶ月間の実証試験を行うなかでアイドリングストップ実施に伴う省エネ効果の確認を行った。</p> <p>35 号では、コンテスト実施前(IS 導入前)である 1 月～9 月の燃費(L/100km)が対前年同月比 102.0%と悪化していたのに対し、コンテスト実施後(IS 導入後)である 10 月～12 月の燃費(L/100km)は、対前年同月比 98.5%に改善した。IS 導入前後で約 3.5%の燃費改善効果が確認できた。</p> <p>なお、全体でみてもわずかではあるが IS 導入後の燃費は改善されている。</p>
車両影響評価	<p>車両影響評価にあたり、取り付け前のバッテリー電圧・容量を調べ、またセルモーター通算起動回数の初期値を記録した。</p> <p>エコドライブ教習会を開催して、運転手から運行時のアイドリングストップ装置使用に伴う影響・懸</p>

	<p>念事項のヒアリングを行い、操作に関する疑問点を確認し、対応方法を指示した。</p> <p>IS 実施による車両影響についてドライバー及び車両管理者等へヒアリングを行った。10 月から 3ヶ月間の実証試験期間中、IS 装置は正常に作動したこと、バッテリー等の不具合は生じず車両への影響はほとんどないことを確認した。</p> <p>また、12 月の訪日調査では、IS を導入して 50 年以上の歴史がある西鉄バスを訪問し、IS によるエンジンの不具合やターボのトラブル等が発生していないことを確認した。車両影響への対策として、セルモーターの交換時期を短縮するなど整備点検の適正化、及び IT 機器を活用したデータ管理による効果的な IS 実施の重要性について認識することができた。</p> <p>一方、日本のバスは水冷ターボエンジンを使用しているため、仮に高負荷運転後にエンジンを停止しても焼き付きなどターボのトラブルは発生しないとのヒアリング結果を得ることができたが、中国のバス車両はエンジンオイルによる冷却方式なので、焼き付きなどのトラブル発生の可能性はないとはいえないとの指摘がなされているが、これまでの 11 台への取り付け車両でトラブルは発生していないことから問題発生可能性は少ないと予想されるが、引き続き装着・使用し 2011 年夏を過ぎても問題が発生しなければ問題はないと結論できる。また、パワーステアリングは車両停車中は使用することがないので問題無い。</p>
<p>新 方 法 論 (SSC-NM052) 承認</p>	<p>8 月 13 日に CDM Methodologies Team と白川(CCL)が電話会議を実施して、UNFCCC からのコメント、修正案などに対する事業者側の見解を説明した。</p> <p>8 月の小規模方法論パネルにおいては、アイドリングストップ実施率のモニタリング方法をさらに検討する必要があると提案者側で判断したため、次回 10 月の小規模方法論パネルでの審議とすることを求めた。</p> <p>これは、UNFCCC 側から提示されたアイドリングストップ実施率のモニタリング方法が、非常に保守的な考え方に基づくために、排出削減量を過小に見積もりすぎる可能性があること、モニタリングに多大な労力を費やすことを懸念したために、再度提案者から現実的かつ論理的なモニタリング方法を提案することとしたものである。</p> <p>こうした経過を経て、2010 年 3 月に CDM 理事会に提出された新方法論は、10 月に小規模 CDM パネルで“A”判定を受け、これを受け 11 月の CDM 理事会で正式に承認された。3 月から 10 月までの審査の間、小規模 CDM パネルの専門家から保守的に排出削減量を定量化するために、多くの疑問、アドバイス、修正要求が寄せられ、それらに対応するために装置機能やモニタリング方法などについて、見直しや詳細化が必要となった。</p> <p>第 58 回理事会で指摘されていた BIF1 のデフォルト値 0.95 はもっと大きい方が適切でないか再検討するようこの指示にもとづき、1 月 11-14 日の小規模 CDM_WG で Ver.2 が提案された。デフォルト値 0.95 は改定されなかったが、Annual Escalation Factor 0.98 が廃止となり、BIFY ではなく BIF を使用することになった。したがって、デフォルト値 0.95 がプロジェクト期間中有効であり、プロジェクト期間中の排出量は Version1 の場合より約 10%増えることになる。Ver.2 は第 59 回 CDM 理事会(2011 年 2 月)で承認された。</p>
<p>事業性評価</p>	<p>経済評価・財務評価を実施した。</p> <p>経済分析による評価指標(総便益、費用便益比、内部収益率)から CDM 事業あるいは単純な省エネルギー事業のいずれの事業であっても、省エネルギー効果を中心とする大きな事業効果が見込まれる。したがって、事業を推進すべきといえる。</p> <p>済南公交を対象とする財務分析結果から、CDM 事業で装置導入費の 50%補助を見込んだ場合、単純な省エネルギー事業以上の収益性が見込まれる。また、CDM 事業化が成功した場合、国際的にも注目され、また済南公交をモデルとした同様な事業が各地で実施される可能性がある。こうしたことは、金銭的には計量できないが、済南公交に大きな便益をもたらす。以上の分析から、CDM 事業化を実現するのが最善の選択である。</p> <p>省エネ事業に対する CDM 事業化による超過コストを、クレジット収入金で充当できるのが財務的に望ましい。現在の事業計画では、1400 台に装着し、アイドリングストップ率 10%と想定しているが、排出削減量は 2450tonCO2 であり、クレジット収入ではコンサルタント委託費の 50%しか充当できない。したがって、排出削減量を 2 倍程度に拡大することを目標とするのが望ましい。そのためには、例えば、取り付け台数 1,400→2,000 台に拡大し、IS 率を 8→11%に向上するのが望ましい。</p>
<p>プロジェクトスキーム確立</p>	<p>最終報告書の提出までの今後の調査において検討する。また、山東省 CDM センターにも相談を行い、今後の事業実施にあたっての協力関係を築く。中国においては PoA の政府承認案件は未だ無いが、手続きは通常の CDM と同様に進めることができ、既に受理・審査が行われているとの情報を得ている。このため、本案件についても、PoA として進める際に中国政府承認が問題になる可能性は低いと判断する。</p> <p>PoA の調整管理組織は創級意(北京)科技有限公司(GE Creation Technologies, Inc. 以下 GECT)を想定する。この会社は後付けアイドリングストップ装置の取り付け・運用に豊富な経験があり、また日本の後付けアイドリングストップ装置メーカーとも太いパイプをもち、技術的な問題にも日中共</p>

同で対応可能な基盤を作っている。本件についても現在実施している F/S の調査結果いかんでは、財務的リスクを負わないことを前提に関与していくことを表明している。GECT は山東省内の公共交通総公司などを対象に事業を選定・実施および投資家の選定を行い CPA を開発する。各 CPA の年間排出削減量は 2,450tonCO₂ 程度と少なく、CDM 化する場合には CDM 事業導入および運営費用をクレジット収入(およそ 320 万円/年)で賄うことは難しい。一方、事業導入により燃料消費は1年に940kl程度節減され、8,600万円/年の費用節減となる。したがって、CDM 事業導入および運営費用は、CPA サイトが負担するかたちとする。

※現地調査報告書を別添資料とした。

2.4 PDD 作成に必要な基本情報の収集

■中国全体の指標(出典:World Development Indicators)

	1980	1985	1990	1995	2000	2005	2006	2007	2008	2009
Population growth (annual %)	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Population in urban agglomerations of more than 1 million (% of total population)	8	8	9	11	14	16	17	17	17	17
GDP growth (annual %)	8	14	4	11	8	11	13	14	10	9
GDP per capita growth (annual %)	6	12	2	10	8	11	12	14	9	9
Consumer price index (2005 = 100)	..	..	47	86	94	100	101	106	113	112
CO2 emissions (kt)	1,465,992	1,964,945	2,458,731	3,317,569	3,402,310	5,609,478	6,108,276	6,533,018	..	..
CO2 emissions (metric tons per capita)	1	2	2	3	3	4	5	5	..	..
Passenger cars (per 1,000 people)	..	..	..	..	..	15	18	22	..	..

■濟南市公共交通総公司の概要(2009 年末現在)

- 従業員数 : 11,000 人
- 資産総額 : 17.15 億元(約 240 億円)
- 車両数 : 4,051 台(うち、Euro III 適合の新車は約 1400 台 - CNG 車を除く)
- タクシー台数 : 601 台
- 年間走行距離 : 1.9 億キロ
- 1 日当り走行距離 : 518,000 km
- 1 日当り乗客数 : 220 万人
- 年間乗客運送量 : 8 億人回
- 分担率 : 21.4%(市民外出のバス利用率)
- 路線数 : 188 路線(3,354 km)うち、トロリーバス4路線、BRT6路線
- 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)

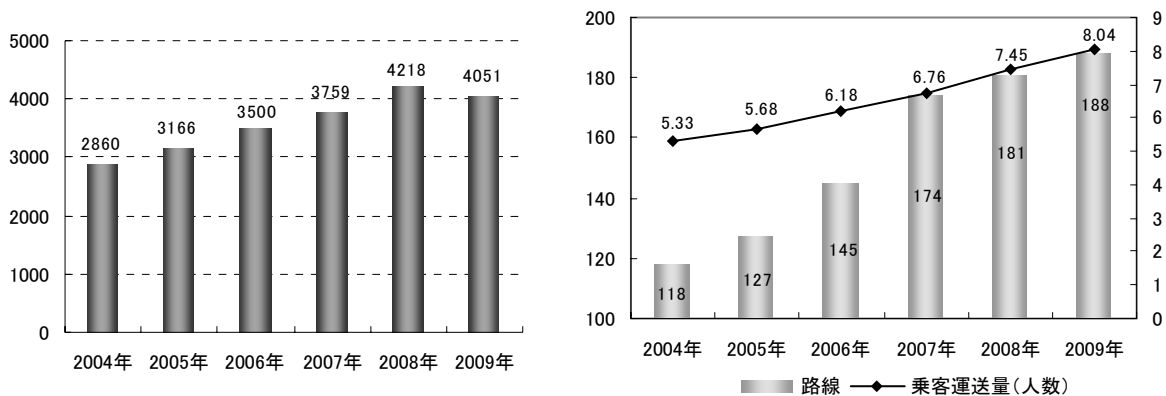


図-2 路線バス車両の台数と路線数および乗客運送量

■ 車両

済南バスには約 4,000 台の車両がある。このうち、新規に導入された主な EuroⅢ以上の適合車は、以下のとおりである。

表-2 済南バスの新規導入車両情報

車両型式	1 金旅 XML6105UE 52	2 金旅 XML6105UE 52	3 青年 JNP6120 G-3	4 中通 LCK6180 G-1	5 厦門金龙 XMQ6105G	6 中通 LCK6112 G-3	7 中通 LCK6112 G-3	8 金旅 XML6105J 13C	9 金旅 XML6105J 13C	10 中通 LCK6125GC
製造年月	2007年9月	2007年12月	2007年12月	2007年12月	2007年12月 至2008年 1月	2008年1月	2008年6月 至8月	2008年6月	2008年7月 至9月	2008年10月
台数	100	30	40	15	100	100	100	100	240	60
車体寸法	長(mm)	10480	10480	12000	17990	10480	11490	11490	10480	1190
	幅(mm)	2500	2500	2550	2540	2500	2500	2500	2500	2540
	高(mm)	3200	3200	3165	3260	3100	3260	3260	3200	3380
車重(kg)	10830	10830	12200	16600	10830	10900	10900	10830	10830	12660
定員/座席数	71/34	71/34	89/30	175/38	71/34	86/35	86/35	71/34	71/34	82/37
AT/MT	MT	MT	AT	AT	MT	MT	MT	MT	MT	MT
燃料	軽油	軽油	軽油	軽油	軽油	軽油	軽油	軽油	軽油	CNG
排気量(cc)	6230	6230	11596	11596	6230	11596	9726	6230	6230	6750
最高車速(km/h)	90	90	75	70	90	75	75	90	90	85
変速機型式										
エンジン型式	WP6.240	WP6.240	WP12.270	WP12.336	WP6.240	WP12.270	WP10.270	WP6.240	WP6.240	TBD266B-6 CNG
エンジン年式										
エンジン重量(kg)										
エンジン効率(kW)	176	176	199	247	176	199	199	176	176	177
エンジン回転数(rpm)	2300	2300	1900	1900	2300	1900	1900	2300	2300	233
排ガス標準	国Ⅲ	国Ⅲ	国Ⅲ	国Ⅲ	国Ⅲ	国Ⅲ	国Ⅲ	国Ⅲ	国Ⅲ	国Ⅲ
運転記録設備	有	有	有	有	有	有	有	有	有	有
空調設備	有	有	有	有	无	无	无	有	无	无
運営形式 一般/BRT	一般	一般	BRT	BRT	一般	一般	一般	一般	一般	一般
備考										

車両型式	11 申龙 SLK6115UF 6N3	12 中通 LCK6180 G-3	13 黄海 DD6181S03	14 金陵 JLY6101SA CNG	15 青年 JNP6182 G-1	16 青年 JNP6120 G-3	17 中通 LCK6125 G-2	18 青年 JNP6120 G-3	19 青年 JNP6182 G-1
製造年月	H20.9.1	H20.11.1	H21.1.1	2009年1月 -3月	H21.9.1	H21.8.1	H21.10.1	H21.10.1	H21.10.1
台数	30	40	90	70	40	20	80	125	12
車体寸法	長(mm)	11380	17990	17980	10490	18000	12000	11990	12000
	幅(mm)	2480	2540	2550	2490	2550	2550	2540	2550
	高(mm)	3490	3260	3080	4180	3205	3165	3020	3165
車重(kg)	12080	16600	17100	10700	17960	12200	12200	12200	17960
定員/座席数	68/36	175/38	167/34	75/36	154/42	89/30	90/30	89/30	154/42
AT/MT	MT	AT	AT	MT	AT	AT	AT	AT	AT
燃料	CNG	軽油	軽油	軽油	軽油	軽油	軽油	軽油	軽油
排気量(cc)	8300	9726	8424	8270	9726	9726	7140	7140	9726
最高車速(km/h)	85	70	70	75	70	75	75	75	70
変速機型式									
エンジン型式	SC8DT250 Q3	WP10.336	YC6L310-30	T6114ZLQ3 B	WP10.336	WP10.270	WP7.270E40	WP10.270	WP10.336
エンジン年式									
エンジン重量(kg)									
エンジン効率(kW)	184	247	228	174	247	199	199	199	247
エンジン回転数(rpm)	2200	1900	2200	2200	1900	1900	1900	1900	1900
排ガス標準	国Ⅲ	国Ⅲ	国Ⅲ	国Ⅲ	国Ⅲ	国Ⅲ	国Ⅲ	国Ⅲ	国Ⅲ
運転記録設備	有	有	有	有	有	有	有	有	有
空調設備	無	有	無	無	有	有	無	無	有
運営形式 一般/BRT	一般	BRT	一般	一般	BRT	BRT	一般	一般	BRT
備考									

■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)

表-3 済南バスの路線の状況

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

■ 山東省内の都市

表-4 山東省内の都市及び想定取付台数

名称	英語表記	人口 (万人)	面積 (km2)	人口密度 (人/km2)	都市人口 (2005)	従業員 数	営業 車両数	路線数	路線長	HP adress	想定取付台数 (min) (max)
済南市	Jinan	563	8,070	698	295	11000	4000	186	3383	http://www.inbus.com.cn/	1,400 2,000
青島市	Qingdao	707	10,900	649	303	13800	3800	140		http://www.qdbus.com.cn/index.asp	1,400 2,000
淄博市	Zibo	408	5,930	688	217	2531	2030	110	2402	http://www.zdbus.com/jianjie.html	1,000 1,400
棗州市	Zaozhuang	357	4,550	785	101		1,311			棗州市城市公共交通总公司	500 700
東營市	Dongying	172	7,920	217	77		74			東營市公共交通汽車公司	400 600
煙台市	Yantai	646	13,700	472	138	3000	1456	44		http://www.ytbus.net/	700 1,000
濰坊市	Weifang	845	15,600	542	146		6183	668	7673	http://www.wffit.gov.cn/jtgc/index.jsp	700 1,000
濟寧市	Jining	685	11,300	606	97		3,503			http://www.inbus.com/Index.html	500 700
泰安市	Taian	541	7,850	689	107		2,541			泰安市公交公司	500 700
威海市	Weihai	246	5,430	453	60		722	51		http://www.whgjit.com.cn/index.asp	300 400
日照市	Rizhao	276	5,310	520	72	870	769	30		http://www.rzjis.gov.cn/longad/gongjiao/index.htm	300 400
萊蕪市	Laiwu	123	2,230	552	60	510	300	12	316	http://www.laiwubus.com/www/article.asp?id=401	300 400
臨沂市	Linyi	1,000	17,100	585	130		5,609			臨沂市公交总公司 http://www.lyjt.gov.cn/	600 900
德州市	Dezhou	535	10,300	519	60		2,501			德州市公交公司	300 400
聊城市	Liaocheng	553	8,670	638	60		250	25		http://www.lc12319.gov.cn/List_Content_office.asp?ArticleID=895	300 400
濱州市	Binzhou	361	9,450	382	60		1,337			濱州市公交总公司	300 400
荷沢市	Heze	848	12,200	695	60		4,593	12		http://www.sdhzjt.gov.cn/html/chengshigongjiao/2010/0529/28.html	300 400
17都市計		8,866	156,510	566	2,043		40,979				9,800 13,800
都市人口は、UN World Urbanization Prospects The 2009 Revision Urban agglomerations											
日照市以上はデータ記載あり。それ以下は、一律60万人と仮定											

■ 済南市の気候

表-5 済南市の気候(1971-2000)

月	1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月	年
平均最高気温 °C	3.9	6.9	13.3	21.6	27.1	31.6	31.9	30.6	26.9	21.2	13	6	19.5
平均最低気温 °C	-3.9	-1.6	3.9	11.3	16.8	21.6	23.6	22.5	17.7	11.8	4.5	-1.7	10.6
降水量 mm	5.7	8.5	15.3	27.4	46.6	78.3	201.3	170.3	58.5	36.5	16.2	8.2	672.7
%湿度	53	50	47	46	50	55	72	75	64	58	56	55	57
日照時間	171	172	213	243	275	258	215	219	221	215	177	168	2,547

出典: China Meteorological Administration, National Meteorological Information Center

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

■適用方法論

方法論については、我々のグループで提案し、承認された新方法論を適用する。

AMS III.AP.Ver.02 Transport energy efficiency activities using post-fit idling stop device

方法論の対象とする技術/方策

1. この方法論は、化石燃料消費と GHG 排出削減を目的として旅客自動車を利用する公共交通（例えばバス）に後付けアイドリングストップ (IS) 装置を導入する装置利用者側のプロジェクト活動を対象とする。

2. この方法論において、以下の定義を適用する。

2.(a) アイドリング: 車両のエンジンが回転中だが車両は交通信号、交通渋滞、利用客の乗降時のバス停留所での停車などで停止している状態のみを指す。本定義にあたっては最大 3 分以下の車両停止のみをアイドリングとし、それ以上の時間の停車（例えば車庫や給油）は除外される。この方法論では、アイドリングは以下の場合の停車のみを対象とする:

- ・車両が公共交通サービス中であるとき(実車運行中)
- ・車両が走行開始後であり、アイドリング後に走行する;つまり IS 開始前に車両は走行状態にあり、IS 終了後に車両は走行状態でなければならない。

2.(b) アイドリングストップ (IS): 車両のエンジンを停止する動作を指し、(上で定義したように)アイドリングを停止し、プロジェクト活動が実施されない場合のアイドリングによる燃料消費を削減する。

方法論の適用条件

3. この方法論は以下のタイプの車両に適用可能である。

3.(a) 公共交通に使用される車両、バスなど単一の事業体に一体的に所有・管理され、当該事業体の契約者又は従業員により運行されること。

3.(b) ガソリンまたは軽油を燃料とする車両

3.(c) 後付け IS 装置を取り付け可能な車両

4. 全車両が IS の回数と時間を計算するのに必要なデータ(例えば、車両の走行状態やエンジンの起動か・停止回数)を連続的に測定し電子的に記録する電子装置を備えること。また、この電子装置は、第 2 節に示す IS の定義に該当しないエンジン停止のデータを特定し除外することが可能であること。

5. この方法論は以下の場合のみ適用できる:

5.(a) 運用中かつ使用可能な車両への IS 装置の取り付け

5.(b) 新車への IS 装置の取り付けに限定し、プロジェクト活動を実施する国で、ベースラインまたはプロジェクト活動におけるのと類似した車両が、新車導入時に標準装備として自動 IS 装置を装備して販売されていないことが証明される場合に限る。

6. この方法論は、LPG または CNG を燃料とする車両、電気と内燃機関のハイブリッド車、電気自動車、バイオ燃料やその混合油を使用する車両には適用できない。その理由は本方法論中で今のところそうした場合の排出削減量の推定方法を含んでいないためである。

7. この方法論は、以下の場合には適用できない。

7.(a) 自家用車やタクシー

7.(b) 電子式の押しボタン式スターターを装備する車両、またはプロジェクト活動開始前に自動 IS 装置が取り付けられている車両

- 7.(c) イグニッションキーをオン・オフする手動 IS を普及するプロジェクト活動
- 7.(d) プロジェクト活動に含まれるタイプの車両のアイドリングを規制する規則が施行されている地域またはプロジェクトに関わる運送事業者が既にアンチアイドリングの方針をたてている地域でのプロジェクト活動
- 8. 年間排出削減量が 60ktCO₂ 以下相当のプロジェクトに限る。
- 9. プロジェクト設計書に考え得る排出削減量のダブルカウントを回避するための手順を示すこと。例えば、製造者、販売者、その他の事業者がプロジェクトによるクレジットを請求したり、同一の車両が他の CDM プロジェクトや PoA の対象に含まれている場合など。

■プロジェクトバウンダリーの設定とその考え方

バウンダリー

- 10. プロジェクトバウンダリーは IS 装置が取り付けられる車両の物理的、地理的位置である。プロジェクトバウンダリーの空間的範囲は、これらのプロジェクト車両が運行する地理的区域である。

PoA のプロジェクトバウンダリーは山東省全域である。最初の CPA は済南市のバスを対象としており、これらのバスが運行する地域が CPA のプロジェクトバウンダリーとなる。2 番目以降の CPA についても、対象都市において対象バスが運行する地域がプロジェクトバウンダリーとなる。

■ベースラインシナリオの設定とその考え方

新方法論ではベースラインシナリオは以下のように設定される。

ベースライン

- 11. ベースラインシナリオはプロジェクト活動がなかった場合、プロジェクト車両の大部分がアイドリングを継続することである。

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、プロジェクトの対象となる自動車の大部分において、信号待ちやバス停、渋滞時など短時間停止時のアイドリングが継続される」というシナリオである。なお、済南バスにおいても、アイドリングストップはほとんど実施されていない状況であり、方法論で規定されているシナリオがあてはまる。

■ベースライン排出量の計算式

新方法論ではベースライン排出量は以下のとおり算定することとなっている。

- 12. 年間ベースライン排出量は、年間累計 IS 時間と各車両のベースライン排出係数、ベースライン IS デフォルト係数 BIF (ベースラインにおける手動エンジン停止車両の割合の推定値) の積である。

$$BE_y = \sum_i (BEF_i \times CIP_{i,y} \times 10^{-6}) \times BIF_y \quad (1)$$

ここに、

BE_y y 年目の総ベースライン排出量 (tCO₂/年)

$CIP_{i,y}$ y 年目の車種 i の全車両の累計 IS 時間 (秒/年) (17 節参照)

BIF ベースライン IS 係数 (18 節参照)

BEF_i 車種*i*のアイドリング時ベースライン排出係数(gCO_2 /秒) (13 節参照)

13. プロジェクトで使用する各車種*i*毎のアイドリング時ベースライン排出係数(BEF_i)は、次式により設定する。

$$BEF_i = FCR_i \times D_j \times NCV_j \times EF_{CO_2,j} \times 10^3 \quad (2)$$

ここで、

j 車種*i*の燃料種別、エンジン型式から決定する

FCR_i ベースライン車種*i*のアイドリング時燃料消費率 (liter/秒) 14 節に従って設定する

D_j 燃料 j の密度 (kg/liter)、当該国の標準値または国際標準値より設定する

NCV_j 燃料 j の正味発熱量 (MJ/t)、信頼できるローカル値または全国値から設定する。IPCC デフォルト値 (95%信頼区間の下限値)は、全国値やプロジェクト固有値が入手困難の場合のみ使用する。

$EF_{CO_2,j}$ 燃料 j の CO_2 排出係数 (tCO_2 /MJ) 、信頼できるローカル値または全国値から設定する。

IPCC デフォルト値 (95%信頼区間の下限値)は、全国値やプロジェクト固有値が入手困難の場合のみ使用する。全国値や IPCC 値が変更された場合には更新すること。

14. 車種*i*のアイドリング時燃料消費率(FCR_i)は以下の2つの方法のいずれかにより設定すること。

方法(1): 全車計測。IS装置を取り付ける全車両の実際の燃料消費率を測定する。

方法(2): 標本計測。IS装置を取り付けた各車種毎に標本車両の実際の燃料消費率を測定する。車種分類は燃料種別、車両の大きさ、エンジン排気量、エンジン製造年、付属機器(エアコンの有無など)、その他異なる燃料消費率の車両を区分するための要素に基づいて保守的に設定すること。標本車両は“General guidelines for sampling and surveys for small-scale CDM project activities”の最新版に従ってランダム抽出すること。90%信頼区間で 10%の誤差率で標本数を決定し、95%信頼区間の下限値を燃料消費率とする。方法(2)を採用する場合、 BEF_i と BE_y は各車種別に算出すること。

15. 提案のプロジェクト活動が、既存車両の改造やクレジット期間開始後の新車購入を包含する場合、プロジェクト車両の技術変化を織り込むために、影響を受ける車両の燃料消費率は、上述の方法(1)または(2)にしたがって計測すること。

16. 車種 i のベースラインのアイドリング時燃料消費率(FCR_i)は補正済みの流量計などを用いた直接測定による計測すること。燃料消費率は、通常の運転温度でエンジンを回転し、エアコンなど燃料消費率を増加する付属装置を切って、保守的に計測すること。

17. 累計アイドリング時間(CIP)は、各車両に取り付けた電子式データ記憶装置に収集・記録されたデータを用いて各車両別に設定すること。CIP は第 2 節で定義したアイドリングを停止した時間のみを含む。したがって $CIP_{i,y}$ は、車種 i の全車両の CIP の年間合計として設定される。

18. ベースラインアイドリング係数(BIF)は、次のいずれかの方法で設定する:

(a) デフォルト値 0.95

(b) プロジェクト活動のクレジット期間の開始前に第三者により実施される調査結果から設定する

一旦 BIF の値が方法(a)か(b)により設定されると、全クレジット期間中を通じて固定される。

BIF1 を決定するための調査は独立した第三者組織により実施されること。この調査は事前に一度だけ、バス会社などプロジェクト運送システムに属する車両、ドライバーからランダム抽出した標本を対象に実施する。標本数は BIF の値が 90%信頼区間で誤差率 10%以下となるように決定すること。95%信頼区間の下限値を BIF の保守的

な推定値として採用すること。

この調査は、1年のうちで保守的な時期に実施する。つまり、ドライバーが手動でエンジンを最も頻繁に停止(手動 IS)しそうな時期で、例えばバスのエアコンやヒーターを使う必要性の少ない温暖な季節などである。

3.2 プロジェクト排出量

新方法論ではプロジェクト排出量は以下のとおり算定することとなっている。

20. プロジェクト排出量は各 IS 直後にエンジンを再起動する時に消費する燃料からの排出である。

$$PE_y = \sum_i (NT_{i,y} \times PEF_i \times 10^{-6}) \quad (3)$$

ここに

PE_y y 年目のプロジェクト総排出量(tCO₂/年)

$NT_{i,y}$ y 年目の車種 i の全車両の合計IS回数(回/年)

PEF_i 車種 i のアイドリングストップ1回あたりのプロジェクト排出係数(gCO₂/回)、第 21 節にしたがって設定する

21. アイドリングストップ1回あたりのプロジェクト排出係数(PEFi)は、次式から設定する:

$$PEF_i = BEF_i \times ST_i \quad (4)$$

ここに

ST_i 起動補償時間。各 IS 後のエンジン再起動時の燃料消費量に相当する IS 時間(秒)。
デフォルト値 10 秒を用いること。

3.3 温室効果ガス削減量

新方法論では排出削減量は以下のとおり算定することとなっている。

排出削減量

22. プロジェクト活動による排出削減量は、次式で算出する。

$$ER_y = BE_y - PE_y \quad (5)$$

ここに

ER_y y 年目の排出削減量(tCO₂e)

表-6 温室効果ガス削減量

			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
ベースライン排出量計算のためのパラメータ													
CI _{Pi,y}	y年目の車種iの全車両の累計IS時間	秒/年	Y	1,425,600	1,425,600	1,425,600	1,425,600	1,425,600	1,425,600	1,425,600	1,425,600	1,425,600	1,425,600
BIF	y年目のベースラインIS係数	-	C	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
				-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BEF _i	車種iのアイドリング時ベースライン排出係数	gCO ₂ /秒	C	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45	1.45
FOR _i	車種iのアイドリング時ベースライン燃料消費率	litres/秒	N	0.000556	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D _i	燃料iの密度	kg/litre	N	0.8397	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NCV _i	燃料iの正味発熱量	MJ/t	N	42,652	-	-	-	-	-	-	-	-	-
EFCO _{2j}	燃料jのCO ₂ 排出係数	tCO ₂ /MJ	N	7.26E-05	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	バス台数	unit	Y	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400	1,400
	月間運行時間	時間/月	Ex	330	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	運行時IS率	%	Ex	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	IS時間	時間/台・年	Ex	396	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		日/年	Ex	365	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		月/年	Ex	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		分/時間	Ex	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		秒/分	Ex	60	-	-	-	-	-	-	-	-	-
プロジェクト排出量計算のためのパラメータ													
ST _i	起動補償時間	秒/回	N	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PEF _i	車種iのIS1回あたりのプロジェクト排出係数	gCO ₂ /回	C	14.46	14.46	14.46	14.46	14.46	14.46	14.46	14.46	14.46	14.46
	車種iの1月あたりIS回数	回/台・月	N	1200	-	-	-	-	-	-	-	-	-
NT _{i,y}	y年目の車種iの年間IS回数	回/台・年	Y	14,400	14,400	14,400	14,400	14,400	14,400	14,400	14,400	14,400	14,400
Emissions													
BE _y	y年目のベースライン排出量	tCO ₂ /年	C	2,741	2,741	2,741	2,741	2,741	2,741	2,741	2,741	2,741	27,410
PE _y	y年目のプロジェクト排出量	tCO ₂ /年	C	291	291	291	291	291	291	291	291	291	2,910
ER _y	y年目の排出削減量	tCO ₂ /年	C	2,450	2,450	2,450	2,450	2,450	2,450	2,450	2,450	2,450	24,500

Note: Y: Monitored, N: Not monitored, C: Calculated, Ex: For ex-ante calculation

3.4 モニタリング計画

新方法論ではモニタリングは以下のとおり実施することとなっている。

モニタリング

23. 観測するパラメータ

表-7 観測するパラメータ

パラメータ	説明	観測方法	観測頻度
$CIP_{i,y}$	y 年目の車種 i の全車両の累計 IS 時間(秒/年)	各車両の電子装置は、停車時間や累計エンジン起動回数など車両の動作状態を認識するのに必要な車速、エンジン停止、エンジン起動のデータ信号を収集・記録する。 これらのデータを分析し、各 IS 時間を計算する。累計 IS 時間は y 年目の IS 時間を合計して設定する。第 2 節の定義に該当しないいかなる IS も除外すること。	毎年
$NT_{i,y}$	y 年目の車種 i の全車両の累計 IS 回数(回/年)	IS の累計回数は、第 2 節の定義に適合する IS の累計回数の記録を集計して算出する	毎年
その他	IS 装置を取り付ける車両情報 - 燃料種別、車種、エンジン 排気量、エンジン製造年、エアコンの有無など	必要な情報は電子式データベースに集積する	毎年

24. QA/QC: 車両に取り付けた IS 装置は、適切に作動するように製造者の勧告にしたがって、定期的なメンテナンスと補正を行うこと。IS 装置を取り付け後、装置は試験走行を含む正常な作動を確認するためにチェックシートを使って動作確認を行う。運行記録はデータ記憶装置に記録し、人工的に変更されないよう保護すること。記録されたデータは少なくとも月 1 回、過去のデータや他の車両データと比較し異常データがないか分析すること。

25. 出力データが信頼でき操作が加えられていないことを確実にするために、電子装置に記録された IS 時間と IS 頻度は、乗車による手動計測といった他の計測方法でクロスチェックすること。このクロスチェックは標本車両を対象に年 1 回実施すること。

プログラム CDM のプロジェクト活動

26. この方法論は PoA にも適用可能である。

PoA 全体および各 CPA の Operation および Management、モニタリングの枠組みは以下のように検討している。

表-8 モニタリング計画

	CPA level (CPA 実施事業者)	PoA level (調整・管理主体)
モニタリング管理	- CPA モニタリングの実施と管理	- PoA の実施と管理、各 CPA の管理 - CPA の計画とモニタリングマニュアルの開発 - すべての CPA においてモニターされるパラメータについてのデータ収集と報告システムの開発と構築
データの収集と報告	- CPA のデータ収集の実施 - 毎日・毎月の報告書の作成 - データ品質と収集手続きの定期チェック	- データ品質と各 CPA 手続きの定期チェック - 毎月・毎年の報告書作成
データの蓄積と管理	-メモリーカードの収集 - CPA のデータ管理の実施 -記録の蓄積と整備。	- CPA のデータフォーマットの開発 - 各 CPA で報告されたデータのチェック -各 CPA 実施事業者から報告されたデータに基づく排出削減量計算 - PoA のデータ管理の実施。 -記録の蓄積と整備
品質保証	-装置の定期的保守の実行 -システムの実行やモニタリングデータの品質管理のための訓練の受講	- 各 CPA 実施事業者に対する装置の定期保守の依頼 - システムの実行やモニタリングデータの品質管理のための訓練の実施

プログラムの責任と管理体制に関する詳細なモニタリング情報は、CPA 毎に詳細に記述する。以下は、各 CPA の共通のモニタリング計画の概要である。

i) 適切に定義された車種別に代表的なサンプルの燃料消費量を計測する。サンプル車両は統計的手法にしたがって抽出される。90%信頼区間で 10%の誤差率によりサンプル数を決める。”General guidelines for sampling and survey for small-scale CDM project activities”の最新版に準拠する。95%信頼区間の下限値をアイドリング時のベースライン燃料消費率として採用する。

ii) アイドリング時のベースライン燃料消費率は車両を 10 分間アイドリング運転した時の燃料消費量を計測して設定する。

iii) モニタリングとして、定期的に各車両に取り付けた装置からアイドリングストップ時間と回数を収集する。

具体的な標本抽出法(90%信頼区間で誤差率 10%以下にする方法)は、以下の通りに実施する。

車種 i のアイドリング時燃料消費率について、母集団の平均を母平均 μ 、分散を母分散 σ^2 、標準偏差を母標準偏差 σ 、標本数 n の平均を標本平均 m、分散を標本分散 s^2 、標本標準偏差を s とする。

このとき、

$$\mu = m - t \cdot \frac{s}{\sqrt{n-1}}$$

誤差率 10%以下とすると、次式を満たす n までランダムサンプリングしながらアイドリング時燃料消費率を計測する。

$$t \cdot \frac{s}{\sqrt{n-1}} \leq \frac{m}{10}$$

表－9 90%信頼区間のスチューデントのt分布表

n-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
t	6.3138	2.9200	2.3534	2.1318	2.0150	1.9432	1.8946	1.8595	1.8331
n-1	10	11	12	13	14	15	16	17	18
t	1.8125	1.7959	1.7823	1.7709	1.7613	1.7530	1.7459	1.7396	1.7341
n-1	19	20	21	22	23	24	25	26	27
t	1.7291	1.7247	1.7207	1.7171	1.7139	1.7109	1.7081	1.7056	1.7033
n-1	28	29	30	40	60	120	∞		
t	1.701	1.699	1.697	1.684	1.671	1.658	1.64485		

この時、車種 i のアイドリング時燃料消費率の 95%信頼区間の母平均 μ の下限値は、次式のとおり推定される。

$$\mu = m - t \cdot \frac{s}{\sqrt{n-1}}$$

表－10 95%信頼区間のスチューデントのt分布表

n-1	1	2	3	4	5	6	7	8	9
t	12.706	4.3027	3.1825	2.7764	2.5706	2.4469	2.3646	2.3060	2.2622
n-1	10	11	12	13	14	15	16	17	18
t	2.2281	2.2010	2.1788	2.1604	2.1448	2.1315	2.1199	2.1098	2.1009
n-1	19	20	21	22	23	24	25	26	27
t	2.0930	2.0860	2.0796	2.0739	2.0687	2.0639	2.0595	2.0555	2.0518
n-1	28	29	30	40	60	120	∞		
t	2.0484	2.0452	2.0423	2.0211	2.0003	1.9799	1.9600		

※車種 i のアイドリング時燃料消費率の 95%信頼区間の母平均 μ をできるだけ大きく設定したい場合、90%信頼区間の誤差率を 10%よりも小さく（つまり標本数を多く）することが必要である。

3.5 プロジェクト期間・クレジット獲得期間

今後、PoAの有効化審査を実施してからCPAをStartすることに留意する

PoAバリデーション開始日	:2011年4月
PoA開始日	:2012年1月
PoA期間	:28年間
第1CPA(済南)開始日	:2011年12月
第1CPA(済南)クレジット期間開始日	:2012年1月
第1CPA(済南)クレジット期間	:10年間

3.6 環境影響・その他の間接影響

➤ PoA-DD及びCPA-DDの作成に必要な環境影響分析又は環境影響評価の実施状況や見通し

国家環境保護総局が所管する環境影響評価法による環境影響評価制度は、建設プロジェクトが対象であり、本件のような装置取り付け事業は評価対象に含まれない。

➤ (対処が必要な影響がある場合の)対処策

これまでのわが国での知見によればアイドリング停止によるエンジンからの燃焼ガス排出停止は、二酸化炭素の排出のみならずNOx、PMといった大気汚染物質の排出も削減することから、道路沿道の大気環境の改善につながるものなので、対処策検討の必要は存在しない。

➤ (対処が必要と考えられるその他の間接影響がある場合の)対処の状況又は見通し

対処が必要と考えられるその他の間接影響は存在しない。

3.7 利害関係者のコメント

本PoAに対して山東省運輸交通局(IS)・科学技術局(CDM)・環境保全局(大気)、最初のCPAに対して済南市交通運輸局、エンジンメーカー(濰柴動力)および利用者等に対するインタビュー調査を通じて収集する。

昨年度調査において、既に、山東省CDMセンター、車両メーカー(中通客車)、路線バス利用者からは事業の意義を理解し、事業実施に前向きなコメントを頂いている。

他の利害関係者については、今後の調査で事業内容を説明し、コメントを頂く方針である。

➤ 山東省CDMセンターのコメント

- ・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。他社がやっつ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。

➤ 車両メーカー(中通客車)のコメント

- ・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。

➤ 路線バス利用者のコメント

- ・静かでないのではないか

- ・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。

3.8 プロジェクトの実施体制

PoA の調整管理組織は創級意(北京)科技有限公司(GE Creation Technologies, Inc. 以下 GECT)を想定する。この会社は後付けアイドリングストップ装置の取り付け・運用に豊富な経験があり、また日本の後付けアイドリングストップ装置メーカーとも太いパイプをもち、技術的な問題にも日中共同で対応可能な基盤を作っている。本件についても現在実施しているF/Sの調査結果如何では、関与していくことを表明している。GECTは山東省内の公共交通総公司などを対象に事業を選定・実施および投資家の選定を行いCPAを開発する。

各 CPA の年間排出削減量は 2,400tonCO₂ 程度と少なく、CDM 化する場合には CDM 事業導入および運営費用をクレジット収入(およそ 270 万円/年)で賄うことは難しい。一方、事業導入により燃料消費は1年に 850kl 程度節減され、7,800 万円/年の費用節減となる。したがって、CDM 事業導入および運営費用は、CPA サイトが負担するかたちとする。

(1) 事業導入体制

CPA の開発者は、株式会社アルメックとし CPA サイトからの事業導入委託を受け、(株)エコ・モーション販売から装置を購入し、一部済委託先の PoA の調整管理組織である GECT と共同で事業計画の立案、CDM 手続き、装置提供、取り付け指導を行う。また、CPA-DD を作成し、DOE に有効化審査を委託し、CDM 理事会による登録承認を目指す。

最初の CPA を実施するにあたり環境省のコベネフィット CDM モデル事業の採択を求め、(株)アルメックが補助金の受け皿となることにより、最初の CPA の実現可能性を高める。

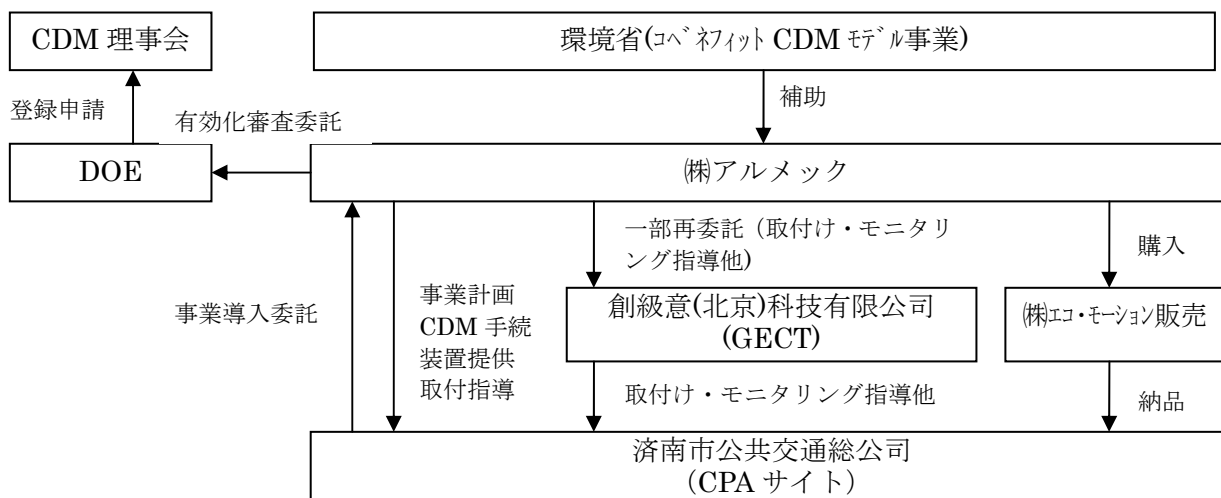


図-3 事業導入体制

(2) 事業運営体制

事業運営にあたっては、(株)アルメックが PoA の調整管理組織である GECT に一部再委託し、共同でモニタリングおよび CDM 手続きを進める。各 CPA サイトはアイドリングストップ・エコドライブの励行をドライバーに指導し、毎月、モニタリング報告書を作成し、GECT に提出する。GECT は毎年、モニタリング報告書を作成し DOE に提出・確認後、CDM 理事会に提出され、CER が発行される。CER は事前の取り決めに基づいて、(株)アルメックが導入・運営に関するサービス提供の対価として取得する。

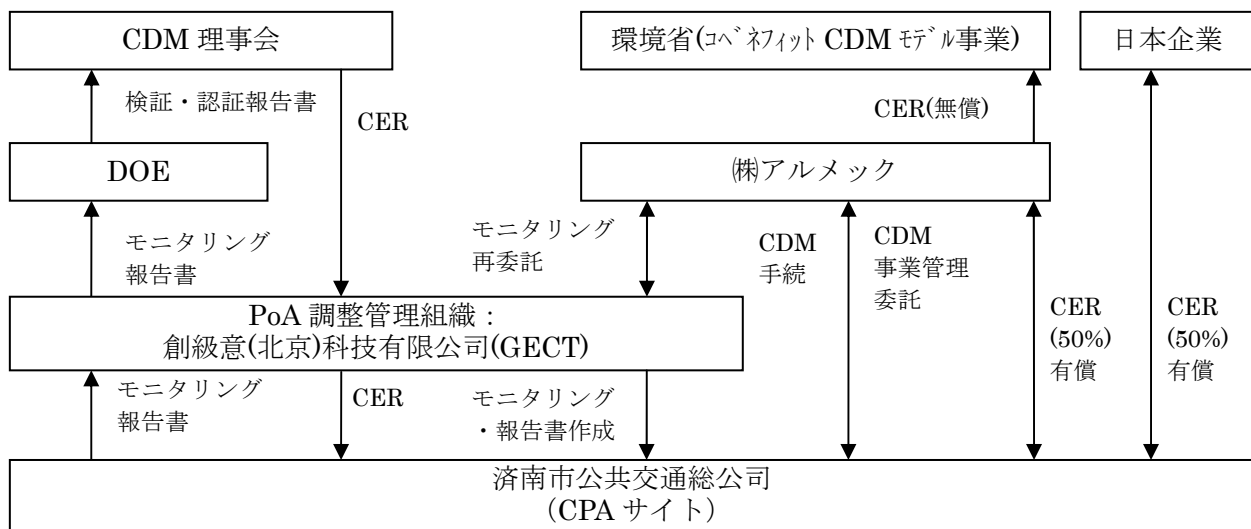


図-4 事業運営体制

(3) プロジェクト参加者

濟南市公共交通總公司: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、アルメックの指導の下に装置取り付け、管理運営体制の構築を行う。省エネルギー効果を裨益する。本事業から生まれる CER の 50%をプロジェクト開始時に決めた日本企業に有償で移転する。

アルメック:プロジェクト開発者

アルメックは、濟南市公共交通總公司から委託を受け事業の導入・運営に協力する。また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サイトにおける事業導入の支援を行うとともに、エコ・モーション販売(アイドリングストップ装置メーカー)及び PoA の調整管理組織として各 CPA を開発、管理する GECT および PoA の指定運営組織(DOE)と協力・連携するために、これら組織に業務の一部を再委託／外注し、CDM 事業を導入・運営していく。本事業から生まれる CER の 50%をプロジェクトサイト企業から取得し、日本政府に移転する。

3.9 経済性分析

以下の3つの事業スキームに対する経済分析、財務分析を行い、効率的な事業計画策定の基礎資料とする。

スキーム1) PoA 下の CPA として事業化した場合(5つの CPA が実現すると仮定)

スキーム2) 単独の小規模 CDM として事業化した場合

スキーム3) 省エネ事業化した場合(CDM 事業化しない場合)

分析にあたっては、スキーム2) 単独の小規模 CDM として事業化した場合を基準に、スキーム1)では、

- ・PoA 調整管理組織委託費など PoA 化による追加費用
- ・5つの CPA を実施することによる学習効果に基づく CPA 単体毎の DOE による有効化審査費用やモニタリング報告書の検証認証委託費のコスト削減、事業管理費のコスト 25%削減を見込む。

スキーム3)では、

- ・省エネおよび二酸化炭素排出削減効果のモニタリング精度が CDM 事業ほど厳密性を要求されないと考え、

モニタリング指導費、モニタリング実施費を基準ケースの50%に割り引いた。

- ・CDM 特有の有効化審査費用および検証認証費用を見込む必要がない。
- ・済南公共交通による自主的な管理が増加するのと引き替えに、日本側の事業管理コストを50%削減した。

3.9.1 投入資源と便益

基準スキーム(単独 CDM)の場合の投入資源と事業により創出する便益は、下表のとおりである。

投入資源						
事業導入時						
(単位:千円)						
項目	仕様	数量	単位	単価	費用	投入者
アイドリングストップ装置	済南バス専用品	1400	個	25	35,000	エコモーション
データロガー	開発・製造費を含む	1400	個	5	7,000	エコモーション
装置取り付け指導	28万円/1週間×5回	1400	台	1	1,400	エコモーション
装置取り付け	3台/2人日、200元/人日	1400	台	2	2,800	済南公共交通
モニタリング指導	16.8万円/4日間×5回	1400	台	0.6	840	GECT
モニタリング準備	12人月×10000元/人月	1400	台	1.2	1,680	済南公共交通
有効化審査		1	式		4,000	DOE
事業管理	事業導入費の24%	24%		69370	16,650	アルメック
合計					69,370	
※12.8円/元とした						
事業運営時(1年当り)						
項目	仕様	数量	単位	単価	費用	投入者
Idsp装置維持管理費	装置価格の10%	1400	個	2.5	3,500	済南公共交通
データロガー維持管理費	装置価格の10%	1400	個	0.5	700	済南公共交通
モニタリング指導費	16.8万円/4日間×5回	1400	台	0.6	840	GECT
モニタリング実施費	12人月×10000元	1400	台	1.2	1,680	済南公共交通
報告書作成費	20万円/6日間	1	式		200	GECT
認証・検証費		1	式		2,000	DOE
事業管理費	事業運営費用の15%	19%		11010	2,090	アルメック
合計					11,010	
総投入資源						
項目	仕様	数量	単位	単価	費用	
事業導入費		1	式		69,370	
事業運営費	10年	10	年	11,010	110,100	
合計					179,470	

総投入資源 1.8 億円に対し、期待される便益は 9.7 億円相当である。

関係主体別に資源投入量を見ると、済南公共交通が 35%、装置メーカー・販売者 24%、日本側コンサルタント 21%、中国側コンサルタント 19%と想定される。

便益						
事業運営時(1年当り)						
	項目	仕様	数量	単位	単価	費用
	燃料消費量節減	942KL	942	KL	100	94,200
	二酸化炭素排出削減	2,450tCO2	2,450	tCO2	1.3	3,185
	合計					97,385
総便益						
	項目	仕様	数量	単位	単価	費用
	燃料消費量節減	942KL/年	10	年	94,200	942,000
	二酸化炭素排出削減	2,450tCO2/年	10	年	3,185	31,850
	合計					973,850
主体別資源投入						
	主体	投入費用	構成			
	済南公交	63,280	35%			
	アルメック	37,550	21%			
	GECT	11,240	6%			
	エコモーション	43,400	24%			
	DOE	24,000	13%			
	合計	179,470	100%			

3.9.2 費用便益分析の前提

費用便益分析にあたって、以下を前提条件とした。

表-11 費用便益分析の前提条件

パラメータ	単位	値	備考
装置取付け台数	台	1400	
プロジェクト期間	年	11	2011年に事業化意志決定
クレジット期間	年	10	2012年1月1日と想定
1月あたり運行時間	時間/台・月	330	年間運行時間4000時間と想定
年間運行時間	時間/年	3960	
アイドリングストップ時間率	%	10%	想定10~15%の下限值
アイドリング時燃料消費率	L/時間	2	満タン法による現場測定結果
軽油の密度	kg/L	0.8397	出典:IEA資料
軽油の発熱量	MJ/t	42652	中国国家公式統計値
軽油のCO2排出係数	tCO2/MJ	0.0000726	2006IPCCガイドラインのデフォルト値
軽油の排出原単位	tCO2/KL	2.600160607	
円/人民元為替レート	円/人民元	12.8	T.T.S MUFG 2011/02/04
クレジット価格	円/tCO2	1300.0	USD15.×85円
軽油価格	円/KL	91000.0	RMB7.0×13円×1000
運営管理費率(PoAの5つのCPAの1つとした場合)	単独CDMの75%	単独CDMの75%	
運営管理費率(単独の小規模CDM場合)	19%	導入管理費率24%	
運営管理費率(省エネ事業とし、CDMとしない場合)	単独CDMの50%	単独CDMの50%	

費用	数量	単位	PoA下のCPAとして事業化した場合 (5つのCPAが実現すると仮定)			
			単価	金額	備考	
			(千円)	(千円)	支払元	支払先
アイトリングストップ装置費	1,400	台	25.0	35,000	済南公交	エコーション
付属品(テータロカ-)費	1,400	台	5.0	7,000	済南公交	エコーション
取付け・操作指導費	1,400	台	1.0	1,400	済南公交	エコーション
取付け費	1,400	台	2.0	2,800	済南公交	済南公交
モニタリング指導費	1,400	台	0.6	840	済南公交	GECT
モニタリング準備費	1,400	台	1.2	1,680	済南公交	済南公交
DOE有効化審査費用	1	式	0.75	3,000	済南公交	DOE
導入時事業管理費	1	式	0.75	12,490	済南公交	アルメック
PoA調整管理委託費	1	式		1,500	済南公交	GECT
Idsp装置維持管理費	10	年	3,500	35,000	済南公交	済南公交
テータロカ-維持管理費	10	年	700	7,000	済南公交	済南公交
モニタリング指導費	10	年	840	8,400	済南公交	GECT
モニタリング実施費	10	年	1,680	16,800	済南公交	済南公交
モニタリング報告書作成費	10	年	200	2,000	済南公交	GECT
DOE検証認証委託費	10	年	0.75	15,000	済南公交	DOE
PoA調整管理委託費	10	年	1,500	15,000	済南公交	GECT
運営時事業管理費	10	年	0.75	15,680	済南公交	アルメック
合計				180,590	初期投資	65,710

費用	数量	単位	CDM事業化した場合 (単独の小規模CDM)			
			単価	金額	備考	
			(千円)	(千円)	支払元	支払先
アイトリングストップ装置費	1400	台	25	35,000	済南公交	エコーション
付属品(テータロカ-)費	1400	台	5	7,000	済南公交	エコーション
取付け・操作指導費	1400	台	1	1,400	済南公交	エコーション
取付け費	1400	台	2	2,800	済南公交	済南公交
モニタリング指導費	1400	台	0.6	840	済南公交	GECT
モニタリング準備費	1400	台	1.2	1,680	済南公交	済南公交
DOE有効化審査費用	1	式		4,000	済南公交	DOE
導入時事業管理費	1	式		16,650	済南公交	アルメック
PoA調整管理委託費	1	式				
Idsp装置維持管理費	10	年	3,500	35,000	済南公交	済南公交
テータロカ-維持管理費	10	年	700	7,000	済南公交	済南公交
モニタリング指導費	10	年	840	8,400	済南公交	GECT
モニタリング実施費	10	年	1,680	16,800	済南公交	済南公交
モニタリング報告書作成費	10	年	200	2,000	済南公交	GECT
DOE検証認証委託費	10	年	2,000	20,000	済南公交	DOE
PoA調整管理委託費	10	年				
運営時事業管理費	10	年	2,090	20,900	済南公交	アルメック
合計				179,470	初期投資	69,370

費用	数量	単位	省エネ事業化した場合 (CDM事業化しない場合)			
			単価	金額	備考	
			(千円)	(千円)	支払元	支払先
アイトリングストップ装置費	1400	台	25	35,000	済南公交	エコーション
付属品(テータロカ-)費	1400	台	5	7,000	済南公交	エコーション
取付け・操作指導費	1400	台	1	1,400	済南公交	エコーション
取付け費	1400	台	2	2,800	済南公交	済南公交
モニタリング指導費	1400	台	0.6	840	済南公交	GECT
モニタリング準備費	1400	台	0.5	840	済南公交	済南公交
DOE有効化審査費用	1	式			済南公交	DOE
導入時事業管理費	1	式	0.5	8,330	済南公交	アルメック
PoA調整管理委託費	1	式				
Idsp装置維持管理費	10	年	3500	35,000	済南公交	済南公交
テータロカ-維持管理費	10	年	700	7,000	済南公交	済南公交
モニタリング指導費	10	年	0.5	4,200	済南公交	GECT
モニタリング実施費	10	年	0.5	8,400	済南公交	済南公交
モニタリング報告書作成費	10	年	200	2,000	済南公交	GECT
DOE検証認証委託費	10	年				
PoA調整管理委託費	10	年				
運営時事業管理費	10	年	0.5	10,450	済南公交	アルメック
合計				123,260	初期投資	56,210

単価欄太字は、基準スキーム(単独 CDM)での費用に対する比率を示す。

3.9.3 費用便益分析結果

計算

想定した3つの事業スキームについて費用便益分析を行い、経済評価指標を算出した。経済分析結果を次頁に付す。

表-12 経済分析結果

事業スキーム	総現在価値	B/C	内部収益率
PoA 下の CPA として事業化した場合	708,707(千円)	4.9	115%
単独 CDM として事業化した場合	709,827(千円)	5.0	110%
省エネ事業化した場合(CDM 化しない)	734,187(千円)	7.0	141%

経済分析結果

省エネ事業化は CDM 事業化に伴い必要となる投入資源が節約できるため、検討対象の事業スキーム中最も経済的に効率の高い事業と判定される。一方、PoA 下の CPA として、あるいは単独 CDM として事業化する場合とも経済評価指標に大きな違いはない。3つの事業スキームいずれにしても経済的に効率の高い事業化が可能であり、事業実現化が望ましいと結論される。

経済分析による評価指標(総便益、費用便益比、内部収益率)から CDM 事業あるいは単純な省エネルギー事業のいずれの事業であっても、省エネルギー効果を中心とする大きな事業効果が見込まれる。したがって、事業を推進すべきといえる。

3.10 資金計画

3.10.1 ファイナンス分析

資金負担者は CPA サイトの公共交通事業者としているので、財務的リスクも公共交通事業者が負う。ここでは、公共交通事業者である済南公交の財務分析を行いリスク評価の材料とする。

前提

- ・経済評価で採用した項目、数値を使用する。
- ・装置取り付け費、モニタリング費など公共交通事業者による内部負担は、ファイナンス分析には含めない。
- ・インフレーションによる価格上昇は含めず、内部収益率の判定にあたって考慮する。
- ・装置の導入費用には、中国国内に必要な税金・諸掛かりを含む。
- ・装置の修繕維持費として、本体価格の 10%を見込んでいるが、この費用はプロジェクトサイト従業員の労務費、部品費などを想定し、済南公交の内部費用とする。

財務分析結果

■ 済南公交の財務分析結果1

済南公交が実施する装置取付け、メンテナンスおよびモニタリングは日常業務の中で実施できるように十分な工期を確保し、また省力化を図ることを前提に、内部負担可能と考え外部支出はないものと想定する。本事業ではプロジェクト期間中に省エネ効果により約 8.6 億円の燃料費支出を節減することが可能とみられる。一方、事業スキームにより異なるが総支出額は 0.7~1.2 億円と想定されることから、大きな収益が見込める事業である。

しかし、燃料費節減は外部からの収益という形でなく、内部費用の変化であり収益として認識しにくい。そこで、

外部との支出・収入のみに着目して済南公交の財務分析を行った。PoA下のCPAおよび単独 CDM のケースでは、初年度費用の50%を環境省のコベネフィット CDM モデル事業による補助金として導入することを前提とする。

この時、プロジェクト期間終了後の累積収支でみると、単独 CDM→PoA下のCPA→省エネ事業の順となる。これは、CDM 事業化による追加支出は約 0.45 億円に対し、補助金 0.35 億円、クレジット売却収益 0.32 億円とあわせて 0.7 億円近い追加収入が見込まれるためである。

■ 済南公交の財務分析結果 2(初期投資負担を銀行借入れによりプロジェクト期間中平準化した場合)

いずれのケースでも初年度収支は 0.3~0.5 億円の赤字となる。省エネ効果を見込まないことから単年度収支はプロジェクト期間中赤字が見込まれるが、事業実施に必要な負担額は毎年均一で、負担可能な金額に収まる必要がある。そこで、初年度負担を軽減し翌年度以降の負担額水準に平準化するために借入金を導入し、プロジェクト期間中に元利均等払いとするケースを分析した。この結果、CDM 化のケースでは毎年 520 万円程度の負担で事業を実現できると想定される。しかし、借入金なしで初年度負担金をなんとか内部負担できれば、2年目以降の負担金は毎年 200 万円程度となり、金利分 825 万円の節減が可能である。したがって、借入金を導入することなく内部資金を活用／あるいは公的資金を導入して単独 CDM 事業として事業組成するのが、最も収益性が高い事業形態であると結論される。

CDM 事業を実現するために

済南公交のような大規模な旅客運送事業者にとって燃料消費を節減し事業採算性を向上することは、ひいては旅客運送サービスの向上につながり利用者の利益に帰着する。一方、二酸化炭素排出削減による地球温暖化への貢献は、こうした大規模旅客運送事業者の社会的責任ともいえる。こうした観点から、基本的に本事業を推進することが臨まれる。さらに CDM 事業化が成功した場合、国際的にも注目され、また済南公交をモデルとした同様な事業が各地で実施される可能性がある。こうしたことは、金銭的には計量できないが、済南公交に大きな便益をもたらす。

以上の分析から、CDM 事業化を実現するのが最善の選択である。

CDM 事業化に必要なコンサルタント委託費に、クレジット収入金を充当できるのが財務的に望ましい。現在の事業計画では、1,400 台に装着し、アイドリングストップ率 10%と想定しているが、排出削減量は 2,450tonCO₂ であり、クレジット収入ではコンサルタント委託費の 50%しか充当できない。

したがって、排出削減量を 2 倍程度に拡大することを目標とするのが望ましい。そのためには、例えば、取り付け台数 1,400→2,000 台に拡大し、IS 率を 8→11%に向上するのが望ましい。

以下、分析結果を示す

■経済分析結果

スキーム 1) PoA 下の CPA として事業化した場合(5 つの CPA が実現すると仮定)

スキーム 2) 単独の小規模 CDM として事業化した場合

スキーム 3) 省エネ事業化した場合(CDM 事業化しない場合)

PoA下のCPAとして事業化した場合(5つのCPAが実現すると仮定) (単位:千円)

年	排出削減量 (tonCO2)	燃料消費 節減量 (KL)	費用									便益			費用-便益	
			装置費	付属品費	取付け・モニタ リング指導費	取付け費	モニタリング準備 費	有効化審査 費	PoA調整管 理委託費	事業管理費	費用 合計	クレジット	燃料費 節減	便益 合計	単年度	累積
			同メンテナンス費	同メンテナンス費	モニタリング指導・ 報告書作成	モニタリング実施 費	検証認証費	PoA調整管 理委託費	事業管理費							
0年目(2011年)			35,000	7,000	2,240	2,800	1,680	3,000	1,500	12,490	65,710			0	-65,710	-65,710
1年目(2012年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	1,500	1,500	1,568	11,488		85,745	85,745	74,257	8,547
2年目(2013年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	1,500	1,500	1,568	11,488	3,185	85,745	88,930	77,442	85,988
3年目(2014年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	1,500	1,500	1,568	11,488	3,185	85,745	88,930	77,442	163,430
4年目(2015年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	1,500	1,500	1,568	11,488	3,185	85,745	88,930	77,442	240,872
5年目(2016年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	1,500	1,500	1,568	11,488	3,185	85,745	88,930	77,442	318,314
6年目(2017年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	1,500	1,500	1,568	11,488	3,185	85,745	88,930	77,442	395,755
7年目(2018年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	1,500	1,500	1,568	11,488	3,185	85,745	88,930	77,442	473,197
8年目(2019年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	1,500	1,500	1,568	11,488	3,185	85,745	88,930	77,442	550,639
9年目(2020年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	1,500	1,500	1,568	11,488	3,185	85,745	88,930	77,442	628,080
10年目(2021年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	1,500	1,500	1,568	11,488	3,185	85,745	88,930	77,442	705,522
11年目(2022年)											0	3,185		3,185	3,185	708,707
合計	24,500	9,422	70,000	14,000	12,640	2,800	18,480	18,000	16,500	28,170	180,590	31,850	857,447	889,297	708,707	
											B/C	4.92		内部収益率	115.2%	

CDM事業化した場合(単独の小規模CDM)

年	排出削減量 (tonCO2)	燃料消費 節減量 (KL)	費用									便益			費用-便益	
			装置費	付属品費	取付・モニタ リング指導費	取付け費	モニタリング準備 費	有効化審査 費	PoA調整管 理委託費	事業管理費	費用 合計	クレジット	燃料費 節減	便益 合計	単年度	累積
			同メンテナンス費	同メンテナンス費	モニタリング指導・ 報告書作成	モニタリング実施 費	検証認証費	PoA調整管 理委託費	事業管理費							
0年目(2011年)			35,000	7,000	2,240	2,800	1,680	4,000		16,650	69,370			0	-69,370	-69,370
1年目(2012年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	2,000		2,090	11,010		85,745	85,745	74,735	5,365
2年目(2013年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	2,000		2,090	11,010	3,185	85,745	88,930	77,920	83,284
3年目(2014年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	2,000		2,090	11,010	3,185	85,745	88,930	77,920	161,204
4年目(2015年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	2,000		2,090	11,010	3,185	85,745	88,930	77,920	239,124
5年目(2016年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	2,000		2,090	11,010	3,185	85,745	88,930	77,920	317,044
6年目(2017年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	2,000		2,090	11,010	3,185	85,745	88,930	77,920	394,963
7年目(2018年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	2,000		2,090	11,010	3,185	85,745	88,930	77,920	472,883
8年目(2019年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	2,000		2,090	11,010	3,185	85,745	88,930	77,920	550,803
9年目(2020年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	2,000		2,090	11,010	3,185	85,745	88,930	77,920	628,722
10年目(2021年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	2,000		2,090	11,010	3,185	85,745	88,930	77,920	706,642
11年目(2022年)											0	3,185		3,185	3,185	709,827
合計	24,500	9,422	70,000	14,000	12,640	2,800	18,480	24,000	0	37,550	179,470	31,850	857,447	889,297	709,827	
											B/C	4.96		内部収益率	109.9%	

省エネ事業化した場合(CDM事業化しない場合)

年	排出削減量 (tonCO2)	燃料消費 節減量 (KL)	費用									便益			費用-便益	
			装置費	付属品費	取付・モニタ リング指導費	取付け費	モニタリング準備 費	有効化審査 費	PoA調整管 理委託費	事業管理費	費用 合計	クレジット	燃料費 節減	便益 合計	単年度	累積
			同メンテナンス費	同メンテナンス費	モニタリング指導・ 報告書作成	モニタリング実施 費	検証認証費	PoA調整管 理委託費	事業管理費							
0年目(2011年)			35,000	7,000	2,240	2,800	840			8,330	56,210			0	-56,210	-56,210
1年目(2012年)	2,450	942	3,500	700	620		840			1,045	6,705		85,745	85,745	79,040	22,830
2年目(2013年)	2,450	942	3,500	700	620		840			1,045	6,705		85,745	85,745	79,040	101,869
3年目(2014年)	2,450	942	3,500	700	620		840			1,045	6,705		85,745	85,745	79,040	180,909
4年目(2015年)	2,450	942	3,500	700	620		840			1,045	6,705		85,745	85,745	79,040	259,949
5年目(2016年)	2,450	942	3,500	700	620		840			1,045	6,705		85,745	85,745	79,040	338,989
6年目(2017年)	2,450	942	3,500	700	620		840			1,045	6,705		85,745	85,745	79,040	418,028
7年目(2018年)	2,450	942	3,500	700	620		840			1,045	6,705		85,745	85,745	79,040	497,068
8年目(2019年)	2,450	942	3,500	700	620		840			1,045	6,705		85,745	85,745	79,040	576,108
9年目(2020年)	2,450	942	3,500	700	620		840			1,045	6,705		85,745	85,745	79,040	655,147
10年目(2021年)	2,450	942	3,500	700	620		840			1,045	6,705		85,745	85,745	79,040	734,187
11年目(2022年)											0			0	0	734,187
合計	24,500	9,422	70,000	14,000	8,440	2,800	9,240	0	0	18,780	123,260	0	857,447	857,447	734,187	
											B/C	6.96		内部収益率	140.6%	

PoA下のCPAとして事業化した場合(5つのCPAが実現すると仮定)							初期費補助率		50%		(単位:千円)		
年	支出						収入				収入-支出		
	アルメック	GECT	エコモーション	DOE	元利支払	合計	日本環境省	クレジット (アルメック)	クレジット (日本企業)	借入金	合計	単年度	累積
0年目(2011年)	12,490	2,340	43,400	3,000		61,230	32,855	0	0		32,855	-28,375	-28,375
1年目(2012年)	1,568	2,540		1,500		5,608		1,593	1,593		3,185	-2,423	-30,798
2年目(2013年)	1,568	2,540		1,500		5,608		1,593	1,593		3,185	-2,423	-33,221
3年目(2014年)	1,568	2,540		1,500		5,608		1,593	1,593		3,185	-2,423	-35,644
4年目(2015年)	1,568	2,540		1,500		5,608		1,593	1,593		3,185	-2,423	-38,067
5年目(2016年)	1,568	2,540		1,500		5,608		1,593	1,593		3,185	-2,423	-40,490
6年目(2017年)	1,568	2,540		1,500		5,608		1,593	1,593		3,185	-2,423	-42,913
7年目(2018年)	1,568	2,540		1,500		5,608		1,593	1,593		3,185	-2,423	-45,336
8年目(2019年)	1,568	2,540		1,500		5,608		1,593	1,593		3,185	-2,423	-47,759
9年目(2020年)	1,568	2,540		1,500		5,608		1,593	1,593		3,185	-2,423	-50,182
10年目(2021年)	1,568	2,540		1,500		5,608		1,593	1,593		3,185	-2,423	-52,605
合計	28,170	27,740	43,400	18,000	0	117,310	32,855	15,925	15,925	0	64,705	-52,605	
CDM事業化した場合(単独の小規模CDM)							初期費補助率		50%				
年	支出						収入				収入-支出		
	アルメック	GECT	エコモーション	DOE	元利支払	合計	日本環境省	クレジット (アルメック)	クレジット (日本企業)	借入金	合計	単年度	累積
0年目(2011年)	16,650	840	43,400	3,000		63,890	34,685	0	0		34,685	-29,205	-29,205
1年目(2012年)	2,090	1,040		2,000		5,130		1,593	1,593		3,185	-1,945	-31,150
2年目(2013年)	2,090	1,040		2,000		5,130		1,593	1,593		3,185	-1,945	-33,095
3年目(2014年)	2,090	1,040		2,000		5,130		1,593	1,593		3,185	-1,945	-35,040
4年目(2015年)	2,090	1,040		2,000		5,130		1,593	1,593		3,185	-1,945	-36,985
5年目(2016年)	2,090	1,040		2,000		5,130		1,593	1,593		3,185	-1,945	-38,930
6年目(2017年)	2,090	1,040		2,000		5,130		1,593	1,593		3,185	-1,945	-40,875
7年目(2018年)	2,090	1,040		2,000		5,130		1,593	1,593		3,185	-1,945	-42,820
8年目(2019年)	2,090	1,040		2,000		5,130		1,593	1,593		3,185	-1,945	-44,765
9年目(2020年)	2,090	1,040		2,000		5,130		1,593	1,593		3,185	-1,945	-46,710
10年目(2021年)	2,090	1,040		2,000		5,130		1,593	1,593		3,185	-1,945	-48,655
合計	37,550	11,240	43,400	23,000	0	115,190	34,685	15,925	15,925	0	66,535	-48,655	
省エネ事業化した場合(CDM事業化しない場合)							初期費補助率		0%				
年	支出						収入				収入-支出		
	アルメック	GECT	エコモーション	DOE	元利支払	合計	日本環境省	クレジット (アルメック)	クレジット (日本企業)	借入金	合計	単年度	累積
0年目(2011年)	8,330	840	43,400			52,570		0	0		0	-52,570	-52,570
1年目(2012年)	1,045	620				1,665		0	0		0	-1,665	-54,235
2年目(2013年)	1,045	620				1,665		0	0		0	-1,665	-55,900
3年目(2014年)	1,045	620				1,665		0	0		0	-1,665	-57,565
4年目(2015年)	1,045	620				1,665		0	0		0	-1,665	-59,230
5年目(2016年)	1,045	620				1,665		0	0		0	-1,665	-60,895
6年目(2017年)	1,045	620				1,665		0	0		0	-1,665	-62,560
7年目(2018年)	1,045	620				1,665		0	0		0	-1,665	-64,225
8年目(2019年)	1,045	620				1,665		0	0		0	-1,665	-65,890
9年目(2020年)	1,045	620				1,665		0	0		0	-1,665	-67,555
10年目(2021年)	1,045	620				1,665		0	0		0	-1,665	-69,220
合計	18,780	7,040	43,400	0	0	69,220	0	0	0	0	0	-69,220	

PoA下のCPAとして事業化した場合(5つのCPAが実現すると仮定)							初期費補助率	50%						(単位:千円)	
							借入金金利	6%							
年	支出						収入					収入-支出			
	アルメック	GECT	エコモーション	DOE	元利支払	合計	日本環境省	クレジット (アルメック)	クレジット (日本企業)	借入金	合計	単年度	累積		
0年目(2011年)	12,490	2,340	43,400	3,000	0	61,230	32,855	0	0	23,000	55,855	-5,375	-5,375		
1年目(2012年)	1,568	2,540	0	1,500	3,125	8,733	0	1,593	1,593	0	3,185	-5,548	-10,923		
2年目(2013年)	1,568	2,540	0	1,500	3,125	8,733	0	1,593	1,593	0	3,185	-5,548	-16,471		
3年目(2014年)	1,568	2,540	0	1,500	3,125	8,733	0	1,593	1,593	0	3,185	-5,548	-22,019		
4年目(2015年)	1,568	2,540	0	1,500	3,125	8,733	0	1,593	1,593	0	3,185	-5,548	-27,567		
5年目(2016年)	1,568	2,540	0	1,500	3,125	8,733	0	1,593	1,593	0	3,185	-5,548	-33,115		
6年目(2017年)	1,568	2,540	0	1,500	3,125	8,733	0	1,593	1,593	0	3,185	-5,548	-38,663		
7年目(2018年)	1,568	2,540	0	1,500	3,125	8,733	0	1,593	1,593	0	3,185	-5,548	-44,211		
8年目(2019年)	1,568	2,540	0	1,500	3,125	8,733	0	1,593	1,593	0	3,185	-5,548	-49,759		
9年目(2020年)	1,568	2,540	0	1,500	3,125	8,733	0	1,593	1,593	0	3,185	-5,548	-55,307		
10年目(2021年)	1,568	2,540	0	1,500	3,125	8,733	0	1,593	1,593	0	3,185	-5,548	-60,855		
合計	28,170	27,740	43,400	18,000	31,250	148,560	32,855	15,925	15,925	23,000	87,705	-60,855			
CDM事業化した場合(単独の小規模CDM)							初期費補助率	50%							
							借入金金利	6%							
年	支出						収入					収入-支出			
	アルメック	GECT	エコモーション	DOE	元利支払	合計	日本環境省	クレジット (アルメック)	クレジット (日本企業)	借入金	合計	単年度	累積		
0年目(2011年)	16,650	840	43,400	3,000	0	63,890	34,685	0	0	24,000	58,685	-5,205	-5,205		
1年目(2012年)	2,090	1,040	0	2,000	3,261	8,391	0	1,593	1,593	0	3,185	-5,206	-10,411		
2年目(2013年)	2,090	1,040	0	2,000	3,261	8,391	0	1,593	1,593	0	3,185	-5,206	-15,617		
3年目(2014年)	2,090	1,040	0	2,000	3,261	8,391	0	1,593	1,593	0	3,185	-5,206	-20,822		
4年目(2015年)	2,090	1,040	0	2,000	3,261	8,391	0	1,593	1,593	0	3,185	-5,206	-26,028		
5年目(2016年)	2,090	1,040	0	2,000	3,261	8,391	0	1,593	1,593	0	3,185	-5,206	-31,234		
6年目(2017年)	2,090	1,040	0	2,000	3,261	8,391	0	1,593	1,593	0	3,185	-5,206	-36,440		
7年目(2018年)	2,090	1,040	0	2,000	3,261	8,391	0	1,593	1,593	0	3,185	-5,206	-41,646		
8年目(2019年)	2,090	1,040	0	2,000	3,261	8,391	0	1,593	1,593	0	3,185	-5,206	-46,852		
9年目(2020年)	2,090	1,040	0	2,000	3,261	8,391	0	1,593	1,593	0	3,185	-5,206	-52,057		
10年目(2021年)	2,090	1,040	0	2,000	3,261	8,391	0	1,593	1,593	0	3,185	-5,206	-57,263		
合計	37,550	11,240	43,400	23,000	32,608	147,798	34,685	15,925	15,925	24,000	90,535	-57,263			
省エネ事業化した場合(CDM事業化しない場合)							初期費補助率	0%							
							借入金金利	6%							
年	支出						収入					収入-支出			
	アルメック	GECT	エコモーション	DOE	元利支払	合計	日本環境省	クレジット (アルメック)	クレジット (日本企業)	借入金	合計	単年度	累積		
0年目(2011年)	8,330	840	43,400	0	0	52,570	0	0	0	45,000	45,000	-7,570	-7,570		
1年目(2012年)	1,045	620	0	0	6,114	7,779	0	0	0	0	0	-7,779	-15,349		
2年目(2013年)	1,045	620	0	0	6,114	7,779	0	0	0	0	0	-7,779	-23,128		
3年目(2014年)	1,045	620	0	0	6,114	7,779	0	0	0	0	0	-7,779	-30,907		
4年目(2015年)	1,045	620	0	0	6,114	7,779	0	0	0	0	0	-7,779	-38,686		
5年目(2016年)	1,045	620	0	0	6,114	7,779	0	0	0	0	0	-7,779	-46,465		
6年目(2017年)	1,045	620	0	0	6,114	7,779	0	0	0	0	0	-7,779	-54,244		
7年目(2018年)	1,045	620	0	0	6,114	7,779	0	0	0	0	0	-7,779	-62,023		
8年目(2019年)	1,045	620	0	0	6,114	7,779	0	0	0	0	0	-7,779	-69,802		
9年目(2020年)	1,045	620	0	0	6,114	7,779	0	0	0	0	0	-7,779	-77,582		
10年目(2021年)	1,045	620	0	0	6,114	7,779	0	0	0	0	0	-7,779	-85,361		
合計	18,780	7,040	43,400	0	61,141	130,361	0	0	0	45,000	45,000	-85,361			

3.10.2 資金計画

省エネルギー効果の高い事業特性から燃料消費節減便益を享受するプロジェクトサイト(公共交通事業者)が資金を負担あるいは調達するものとする。

(1) 環境省コベネフィットモデル事業

CDM事業化(PoA下のCPAまたは単独CDM)の場合、装置購入費、CDM事業開始までに要するコンサルタントの事業管理委託費、有効化審査費用など初年度総支出額 6600～6900 万円の 50%を環境省コベネフィットモデル事業による補助金を充当すると想定する。CDM事業化せず、単なる独自の省エネ事業とした場合には、この補助金は導入されない。

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

(2) クレジット移転による収益

CDM事業化した場合、クレジット移転による収益は、中国 CDM 運行管理弁法の規定にしたがうとともに、環境省コベネフィットモデル事業による補助要綱に適合するよう移転・売却する。

まず、CDM理事会から発行されたクレジットは全量が済南公交の所有となり、済南公交は 50%を株式会社アルメックに、残り50%を取得を希望する企業に、それぞれ事前に取り決めた価格で売却する。株式会社アルメックは取得したクレジット全量を環境省に無償で移転する。残り 50%の取得企業は、日本企業を対象に売却先を募るが、クレジット量が少なく、また交通分野から発生した希少なクレジットであることから、日本の交通・運送関連事業者によるカーボンオフセット用に活用されることを想定する。

中国 CDM 運行管理弁法

第 24 条 認証排出削減量 CER の移転収益について

- ・認証削減量の資源は中国政府の所有に帰属する。
- ・CDM プロジェクトによって発生する排出削減量はプロジェクト実施機関の所有に帰属する。
- ・CDM プロジェクトの認証排出削減量による収益は中国政府とプロジェクト実施機関の双方の所有に帰属する

3.11 追加性の証明

3.11.1 PoA-DD

(1) 提案の PoA は自主的に実施する活動である。

この PoA は法律・条例・国の事業として実施を義務づけられていない。この PoA は中国山東省における公共交通部門における省エネルギー化に寄与することを狙いとした自主的活動である。

(2) PoA が自主的活動として実施される場合、PoA 無くしてこうした活動は実施されることはない。

PoA 下の各 CPA は、CER 収入や技術支援や必要な教育無くして実現不可能であり、また PoA はこの CER 収入を使って運営・管理される。PoA 無くしてこの活動は実現されない。

(3) PoA が政策・規則を導入する場合、それは強制されることはない。

適用しない。

(4) 政策・規則が強制的である場合、この PoA により既存の政策・規則よりも高い水準で強制すること。

適用しない。

3.11.2 PoA-generic-CPA-DD

SSC-PoA-DD の E5.1 に準拠して、CPA の追加性を証明するために、以下の 3 段階を踏む。

STEP1 代替シナリオの同定

STEP2 バリア分析

STEP3 代替シナリオの評価

3.11.3 CPA-DD

SSC-PoA-DD の E5.1 に沿って、CPA の追加性は以下のように証明される。

Step1 代替シナリオの同定

提案事業には考え得る4つの代替シナリオが存在する。これら4つのシナリオは、中国、山東省及び公共バス会社の政策・規則に適合する。

シナリオ 1: 現在の状態を継続する。

シナリオ 2: 後付け装置を使用せず、手動によるアイドリングストップを実施する。

シナリオ 3: 先付けアイドリングストップ装置を装着した新車の導入

シナリオ 4: CDM なしで提案事業を導入する

Step2 バリア分析

Attachment A to Appendix B of “The simplified modalities and procedures for small-scale CDM project activities” に示される4つのバリアのうち、提案プロジェクトでは以下のバリアが想定される。

技術的バリア

後付アイドリングストップ装置は日本の(株)エコ・モーションにより開発された装置で、日本における 10 年間以上の使用により得られた経験と知識に裏打ちされた核心的技術といえる。この装置は車両の電子制御装置 (ECU) に接続されているので、車両を安全かつ円滑に運行するためには非常に高度かつ精密な技術と知識が必要である。後付アイドリングストップ装置は、これまで中国には導入されておらず、今回のプロジェクトが中国に於ける導入第1号となる。中国のバスにあわせて装置を導入するためには、装置設置マニュアルだけでは不十分で、特別な技能と知識が必要である。済南公共交通にはこの装置を適切に導入するのに必要な十分な知識と経

験をもった従業員がいない。運用段階にあたっては、バス車両に損傷や影響を与えることなく安全に運行するための技能を理解させるためのドライバー訓練が必要である。

これらバス会社従業員の教育・訓練プログラムはプロジェクト活動の一環として実施する。提案プロジェクトの導入に先立って、済南公交だけでなく済南公交技術研究院、済南バスで使用するバス車両のメーカーも装置の導入に加わり、取り付けおよび運用時の問題・課題を発見するとともに、燃料消費量の削減といった効果およびエンジンやバッテリーへの影響などの分析を行う。これらのテストはエコ・モーションを含む日本側の技術支援の下に実施される。

上記の理由から日本側の技術移転無くして提案プロジェクトを実施することは不可能である。

一般的慣行バリア

現在、済南公交は通常の運行中に手動または自動アイドリングストップを実施する計画がない。また済南公交は先付けアイドリングストップ装置のついた新型バスを導入する計画がない。後付けアイドリングストップ装置に関しては、済南公交にとって導入し試験を実施することは初めてであり、この CDM プロジェクトに向けた日本側提案により実現された。さらに、この種の装置の導入は中国初である。中国政府、山東省、済南公交において都市内を走行する車両のアイドリングを停止する政策や規則は存在しない。さらに、済南公交は後付アイドリングストップ装置は中国のバス車両には導入できないと誤解しており、装置の導入に消極的な姿勢であった。したがって済南公交のバスはプロジェクト活動がなかった場合、赤信号やその他の停車時にアイドリングを継続していくことになる。

以上の理由から、技術的バリアおよび一般的慣行バリアが存在する。

Step3 代替シナリオの評価

Step1 において同定された各シナリオの評価は、以下のとおりである。

シナリオ 1: 現在の状況の継続

このシナリオはいかなる装置も導入せず、したがって追加的な投資および運転費用を要しない。

シナリオ 2: 後付け装置を使用せずに、行動変化による手動アイドリングストップ実施

中国、山東省、済南市には交差点やその他の停車時に手動によりアイドリング停止することを自動車に求める規則や命令は存在しない。また、済南公交にはアイドリング停止を促すための対策・計画も存在しない。手動によるアイドリング停止は、エンジン点火キーを手動でオン・オフしなければならないことから広くは普及しないといわれている。これらの手動操作は操作ミスや再始動遅れの可能性があり、円滑・安全な運行に影響する可能性もある。したがって、このシナリオもベースラインシナリオになりえない。

シナリオ 3: 先付けアイドリング停止装置のついた新車の導入

済南公交には先付けアイドリング停止装置のついた新車の導入計画はない。さらに、済南公交にバス車両を供給するいずれのバス車両メーカーも先付けアイドリング停止総値を先付けしたバスを製造する計画がない。したがって、このシナリオもベースラインシナリオになりえない。

シナリオ 4: CDM 事業化しないで提案するプロジェクトを実施する

Step2 で詳しく述べたように、提案プロジェクトは技術的バリアおよび一般的慣行バリアに直面する。したがって、このシナリオもベースラインシナリオになりえない。

以上の分析から、ベースラインシナリオはシナリオ1「現在の状況の継続」が同定される。Step2 で詳述したように、提案プロジェクトは技術的バリアおよび一般的慣行バリアに直面する。したがって、提案プロジェクトは追加的であるといえる。

3.12 事業化の見込み

■中国での PoA の可能性

中国においては PoA の政府承認案件は未だ無いが、手続きは通常の CDM と同様に進めることができ、既に受理・審査が行われているとの情報を得ている。このため、本案件についても、PoA として進める際に中国政府承認が問題になる可能性は低いと判断する。

■事業化に向けた事前提案に対する回答

事業化の見込みの鍵を握る済南市公共交通総公司の事業化に向けた意志決定は、省エネ効果と車両影響評価結果を受けて、2011 年1月 13 日に済南公交側に事業提案をした。済南公交側の回答は、以下のとおりであった。

(事業実施にあたっての前提である省エネ効果と車両影響について)

・調査団から3ヶ月間の実証運行で、路線 35 で3.5%程度燃料消費率が改善したなど詳細な分析に基づいて、アイドリングストップ装置を導入することにより省エネ効果があり、アイドリングストップ実施率が増加すれば、その効果も大きくなるとの結論が報告された。済南公交側も独自に実証運行結果を分析し、装置導入により省エネ効果があることを確認しており、調査団の見解に同意する。

・車両影響については、3ヶ月間の実証運行中にアイドリングストップ装置、バス車両ともに問題が発生しておらず、西鉄バスの長い経験から適切に管理することにより車両影響による運行影響は回避できるとの調査団報告があった。しかし、実証運行期間が3ヶ月と短く、装置取り付けとアイドリングストップ実施による車両影響は、もう少し長期間の影響を見る必要がある。

・車両メーカーからはターボエンジンへの影響およびパワーステアリングへの影響を予防するために、アイドリングストップを実施すべきでないという意見もある。

・ターボエンジンへの影響は、「バスは水冷ターボを使用しているので、仮に高負荷運転後にエンジンを止めてしまっても焼き付けなどターボのトラブルは発生しない。」との見解が示された。しかし、済南公交のバスは、エンジンオイル冷却式なので日本での経験を直接あてはめることはできない。

・アイドリングストップによりパワーステアリングが効かなくなると安全上の問題が発生する可能性はないか？

・また、調査団から済南公交の財務分析結果が示された。現在、済南公交は赤字決算であり、示されるように日本側補助金を導入したとしても500万元近い初期投資費の工面は容易でない。適当な出資者を見つけるなり、初期投資額を低減することができないか。

・調査団は、アイドリングストップ装置費用の低価格化、環境省補助金の獲得可能性などを次回現地調査までに確認することを約束した。

・済南公交側は、2011年1月13日に提案資料を総経理に諮ることを表明した。

■済南公交の事業化に関する最終意志決定

・事前提案に関する済南公交のコメントを踏まえ、最終現地調査にさきだつて本報告に示す内容で事業計画の最終提案を行った。最終現地調査で得た済南公交の最終的な意志決定結果と結果に関する考察を次章に示す。

4 結論

世界銀行の「都市交通プロジェクトにおける排出削減量概略推計ガイドライン策定調査」で2008年6月に中国山東省・済南市公共交通総公司(済南公交)の路線バス1台にエコ・モーション製アイドリングストップ装置エコスターター1台を取り付けて以来、2009年度・2010年度2カ年にわたる地球環境センター委託によるCDM/JI FS調査を継続する中で、都合2年8ヶ月にわたり路線バスへのアイドリングストップ装置取り付けによるCDM事業化について実現可能性を探ってきた。今回、FS調査としての最後の現地調査として、CDMとしての事業計画を立案しCDM事業化に対するバス運行事業者としての最終意志の確認を済南公交に求めたが、「現在の事業計画では済南公交として事業化に踏み切ることにはできない。」との回答を、済南公交の石副総経理から得た。この結果、非常に残念ながら、CDM事業化の実現可能性はないと結論せざるをえず、CDM事業実現に向けた取組みは、一旦終止符をうつことになった。

本来、有効化審査に向けた事項について記述すべき箇所であるが、代わりに本調査で事業化を実現できなかった原因と対応の基本的考え方、今後の取組みについて整理して記述する。

(1) 事業計画の確認

以下、事業計画の骨子を再掲する。なお、想定した3つの事業ケースのうち事業化に向けた諸要件の不確実性が最も小さい単独小規模CDM事業化のケースを対象とする。

■事業計画のパラメータ

事業計画に用いるパラメータのうち重要なのは、装置取り付け台数、クレジット期間、アイドリングストップ率である。装置取り付け台数およびアイドリングストップ率は、大きいほど省エネ量、排出削減量が増加し、事業性を向上する。

表-13 費用便益分析の前提条件(再掲)

パラメータ	単位	値	備考
装置取り付け台数	台	1400	
プロジェクト期間	年	11	2011年に事業化意志決定
クレジット期間	年	10	2012年1月1日と想定
1月あたり運行時間	時間/台・月	330	年間運行時間4000時間と想定
年間運行時間	時間/年	3960	
アイドリングストップ時間率	%	10%	想定10~15%の下限値
アイドリング時燃料消費率	L/時間	2	満タン法による現場測定結果
軽油の密度	kg/L	0.8397	出典:IEA資料
軽油の発熱量	MJ/t	42652	中国国家公式統計値
軽油のCO2排出係数	tCO2/MJ	0.0000726	2006IPCCガイドラインのデフォルト値
軽油の排出原単位	tCO2/KL	2.600160607	
円/人民元為替レート	円/人民元	12.8	T.T.S MUFG 2011/02/04
クレジット価格	円/tCO2	1300.0	USD15.×85円
軽油価格	円/KL	91000.0	RMB7.0×13円×1000
運営管理費率(PoAの5つのCPAの1つとした場合)	単独CDMの75%		単独CDMの75%
運営管理費率(単独の小規模CDM場合)		19%	導入管理費率24%
運営管理費率(省エネ事業とし、CDMとしない場合)	単独CDMの50%		単独CDMの50%

■投入資源と期待される便益

投入資源は事業導入時にアイドリングストップ装置・付属品、CDM 事業登録に向けたコンサルタントサービス費、有効化審査費、装置取り付けおよびモニタリング指導費、装置取り付け費である。事業運営時には、装置等維持管理費、モニタリング実施費、DOE による認証・検証費、CDM 事業運営のためのコンサルタントサービス費などである。事業に投入する資源量・資源価値(単価)は小さいほど、資源配分上で効率的な事業形成が可能となる。

プロジェクト期間中、1.8億円の資源投入が予定され、このうち35%は事業主体たる済南公交が装置取り付け、メンテナンス、モニタリングのために投入する。

投入資源						
事業導入時						
(単位:千円)						
項目	仕様	数量	単位	単価	費用	投入者
アイドリングストップ装置	済南バス専用品	1400	個	25	35,000	エコモーション
データロガー	開発・製造費を含む	1400	個	5	7,000	エコモーション
装置取り付け指導	28万円/1週間×5回	1400	台	1	1,400	エコモーション
装置取り付け	3台/2人日、200元/人日	1400	台	2	2,800	済南公交
モニタリング指導	16.8万円/4日間×5回	1400	台	0.6	840	GECT
モニタリング準備	12人月×10000元/人月	1400	台	1.2	1,680	済南公交
有効化審査		1	式		4,000	DOE
事業管理	事業導入費の24%	24%		69370	16,650	アルメック
合計					69,370	
※12.8円/元とした						
事業運営時(1年当り)						
項目	仕様	数量	単位	単価	費用	投入者
Idsp装置維持管理費	装置価格の10%	1400	個	2.5	3,500	済南公交
データロガー維持管理費	装置価格の10%	1400	個	0.5	700	済南公交
モニタリング指導費	16.8万円/4日間×5回	1400	台	0.6	840	GECT
モニタリング実施費	12人月×10000元	1400	台	1.2	1,680	済南公交
報告書作成費	20万円/6日間	1	式		200	GECT
認証・検証費		1	式		2,000	DOE
事業管理費	事業運営費用の15%	19%		11010	2,090	アルメック
合計					11,010	
総投入資源						
項目	仕様	数量	単位	単価	費用	
事業導入費		1	式		69,370	
事業運営費	10年	10	年	11,010	110,100	
合計					179,470	

主体別資源投入		
主体	投入費用	構成
済南公交	63,280	35%
アルメック	37,550	21%
GECT	11,240	6%
エコモーション	43,400	24%
DOE	24,000	13%
合計	179,470	100%

一方、CDM 事業実施により期待される便益は、プロジェクト期間を通じて9.7億円であり、このうち97%は省エネによる便益であり、GHG 排出削減による便益は3%にすぎない。

便益							
事業運営時(1年当り)							(単位:千円)
項目	仕様	数量	単位	単価	費用	比率	
燃料消費量節減	942KL	942	KL	100	94,200	96.7%	
二酸化炭素排出削減	2,450tCO2	2,450	tCO2	1.3	3,185	3.3%	
合計					97,385	100.0%	
総便益							
							(単位:千円)
項目	仕様	数量	単位	単価	費用		
燃料消費量節減	942KL/年	10	年	94,200	942,000		
二酸化炭素排出削減	2,450tCO2/年	10	年	3,185	31,850		
合計					973,850		
現在価値							
現在価値(便益-費用)							(単位:千円)
項目	仕様						
総便益					973,850		
総費用					179,470		
現在価値					794,380		

■経済分析

CDM事業化した場合(単独の小規模CDM)														(単位:千円)	
年	排出削減量 (tonCO2)	燃料消費 節減量 (KL)	費用								便益			費用-便益	
			装置費	付属品 費	取付・M 指導費	取付け 費	モニタリ ン 準備費	有効化 審査費	事業管 理費	費用 合計	クレジット	燃料費 節減	便益 合計	単年度	累積
			同メンテ ンス費	同メンテ ンス費	M指導・ R作成		モニタリ ン 実施費	検証認 証費	事業管 理費						
0年目(2011年)			35,000	7,000	2,240	2,800	1,680	4,000	16,650	69,370			0	-69,370	-69,370
1年目(2012年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	2,000	2,090	11,010		85,745	85,745	74,735	5,365
2年目(2013年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	2,000	2,090	11,010	3,185	85,745	88,930	77,920	83,284
3年目(2014年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	2,000	2,090	11,010	3,185	85,745	88,930	77,920	161,204
4年目(2015年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	2,000	2,090	11,010	3,185	85,745	88,930	77,920	239,124
5年目(2016年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	2,000	2,090	11,010	3,185	85,745	88,930	77,920	317,044
6年目(2017年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	2,000	2,090	11,010	3,185	85,745	88,930	77,920	394,963
7年目(2018年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	2,000	2,090	11,010	3,185	85,745	88,930	77,920	472,883
8年目(2019年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	2,000	2,090	11,010	3,185	85,745	88,930	77,920	550,803
9年目(2020年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	2,000	2,090	11,010	3,185	85,745	88,930	77,920	628,722
10年目(2021年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	2,000	2,090	11,010	3,185	85,745	88,930	77,920	706,642
11年目(2022年)										0	3,185		3,185	3,185	709,827
合計	24,500	9,422	70,000	14,000	12,640	2,800	18,480	24,000	37,550	179,470		31,850	857,447	889,297	709,827
										B/C	5.0	内部収益	110%		

■財務分析

CDM事業化した場合(単独の小規模CDM)							初期費補助率 50%						
年	支出						収入					収入-支出	
	アルメック	GECT	エモーション	DOE	元利支払	合計	日本環境省	クレジット (アルメック)	クレジット (日本企業)	借入金	合計	単年度	累積
0年目(2011年)	16,650	840	43,400	3,000		63,890	34,685	0	0		34,685	-29,205	-29,205
1年目(2012年)	2,090	1,040		2,000		5,130		1,593	1,593		3,185	-1,945	-31,150
2年目(2013年)	2,090	1,040		2,000		5,130		1,593	1,593		3,185	-1,945	-33,095
3年目(2014年)	2,090	1,040		2,000		5,130		1,593	1,593		3,185	-1,945	-35,040
4年目(2015年)	2,090	1,040		2,000		5,130		1,593	1,593		3,185	-1,945	-36,985
5年目(2016年)	2,090	1,040		2,000		5,130		1,593	1,593		3,185	-1,945	-38,930
6年目(2017年)	2,090	1,040		2,000		5,130		1,593	1,593		3,185	-1,945	-40,875
7年目(2018年)	2,090	1,040		2,000		5,130		1,593	1,593		3,185	-1,945	-42,820
8年目(2019年)	2,090	1,040		2,000		5,130		1,593	1,593		3,185	-1,945	-44,765
9年目(2020年)	2,090	1,040		2,000		5,130		1,593	1,593		3,185	-1,945	-46,710
10年目(2021年)	2,090	1,040		2,000		5,130		1,593	1,593		3,185	-1,945	-48,655
合計	37,550	11,240	43,400	23,000	0	115,190	34,685	15,925	15,925	0	66,535	-48,655	

(2) 事業計画案に対する済南公交の評価

最終現地調査における済南公交からの事業計画案に対する評価は、以下のとおりである。

■ 済南公交の内部負担費用増加の可能性

・訪日調査においてアイドリングストップを励行している日本のバス事業者のヒアリングを行ったが、アイドリングストップ実施による車両影響を認識し、その予防対策としてエンジン始動系部品の交換サイクルを早めるなどしていることが確認された。こうした部品交換による部品費、労務費の増加により、事業計画に計上した維持管理費年額を超える可能性がある。

■ 10年のクレジット期間は長すぎる

・中国の路線バス車両の場合、10年以上使用すると考えるのは長すぎる。車両使用期間は8～10年と考えるべきだ。

・現在、取り付け対象としている国Ⅲ車両は2008年をはじめから導入が始まっており、既に3年経過した車両もあるので、場合によっては今後5年以内に廃車になったり、都市部のサービスから地方部へ移動する可能性もある。

・現在の車両からの排出ガス基準は国Ⅲであるが、今後2～3年以内に国Ⅳ(EuroⅣ相当)にかかわると見られる。この場合、エンジン載せ替えの可能性もある。

・こうしたことから、プロジェクト開始時に対象車両を決定し、その車両を対象として10年間にわたり省エネ・GHG排出削減便益を裨益するとの想定は、現実的でない。

■ 負担金のない形でCDM事業を実現できないと、事業実施に踏み切るのは難しい。

・現在の事業計画(財務計画)では、プロジェクト期間中115百万円の支出に対して、67百万円の収入であり、差し引きの収支は49百万円の赤字である。

・済南公交は赤字企業であり、市政府からの補助金を導入し運営している。また、毎年大量のバス車両を更新したり、BRTを導入しているが、こうした投資は市政府が実施しており、済南公交は運行事業を担当している。

・こうした状況下の済南公交としては、49百万円の赤字事業に踏み切ることができない。

・環境先進的な公共交通企業として、完全に負担金がないかたちを求めているわけではないが、やはりほぼ収支均衡の形が必要だ。

これら済南公交からの事業計画案評価に対して、調査団は以下の回答を行った。

・CDM事業の対象とする車両の使用期間が短く、また都市部に最新型車両を配置するために移動の可能性があったりすることを考えると、ダブルカウントに注意しながらPoAにより毎年対象車両を追加していくことが考えられる。しかし、各CPAの対象台数が少なくなり、またかくCPA毎にベースラインを同定する必要があり、事業性が改善するとの確証も得られないと思うので、PoA化は今後の検討課題だ。

・赤字を解消できるCDM事業計画案は、現在のところない。したがって、済南公交の実施できないという意志決定は、調査団としては受け入れざるをえない。

(3) 今後の対応の基本的考え方

■省エネ型事業の CDM 事業性判定の考え方

本事業の経済評価指標は、内部収益率、現在価値、費用便益比いずれも良好であり、経済的にみてプロジェクトを実施すべきと結論された。しかし、財務的な視点として済南公交の内部費用の負担増および節減を除いた外部収支で評価すると55百万円の赤字となり、これが事業実現に至らなかった最大の原因である。こうした経済的および財務的特性は、省エネ型 CDM 事業に共通した特性とみることができる。こうした省エネ型事業の CDM 事業性について、今後以下のような事業性判定手法は考えられないだろうか。

- 1)省エネ事業としての経済性を評価し、省エネ事業としての事業化判断を行う。
- 2)省エネ事業として事業化決定がなされた場合、CDM 事業を追加した場合の追加費用、追加便益の経済性を評価して、CDM 事業化としての事業化判断を行う。

以下に本事業を対象に、提案する事業性判定手法を適用した結果を示す。

(I)省エネ事業化した場合														(単位:千円)	
年	排出削減量 (tonCO2)	燃料消費 節減量 (KL)	費用								便益		費用-便益		
			装置費	付属品 費	取付・M 指導費	取付け 費	モニタリ ング 準備費	有効化 審査費	事業管 理費	費用 合計	クレジット	燃料費 節減	便益 合計	単年度	累積
			同メンテ ンス費	同メンテ ンス費	M指導・ R作成		モニタリ ング 実施費	検証認 証費	事業管 理費						
0年目(2011年)			35,000	7,000	2,240	2,800	840		8,330	56,210			0	-56,210	-56,210
1年目(2012年)		942	3,500	700	620		840		0	5,660		85,745	85,745	80,085	23,875
2年目(2013年)		942	3,500	700	620		840		0	5,660		85,745	85,745	80,085	103,959
3年目(2014年)		942	3,500	700	620		840		0	5,660		85,745	85,745	80,085	184,044
4年目(2015年)		942	3,500	700	620		840		0	5,660		85,745	85,745	80,085	264,129
5年目(2016年)		942	3,500	700	620		840		0	5,660		85,745	85,745	80,085	344,214
6年目(2017年)		942	3,500	700	620		840		0	5,660		85,745	85,745	80,085	424,298
7年目(2018年)		942	3,500	700	620		840		0	5,660		85,745	85,745	80,085	504,383
8年目(2019年)		942	3,500	700	620		840		0	5,660		85,745	85,745	80,085	584,468
9年目(2020年)		942	3,500	700	620		840		0	5,660		85,745	85,745	80,085	664,552
10年目(2021年)		942	3,500	700	620		840		0	5,660		85,745	85,745	80,085	744,637
11年目(2022年)										0			0	0	744,637
合計	0	9,422	70,000	14,000	8,440	2,800	9,240	0	8,330	112,810	0	857,447	857,447	744,637	
注)ここでは、事業開始後のコンサルタントへの運営事業委託はないと想定した。										B/C	7.6	内部収益率		142%	

(II)CDM事業化した場合(単独の小規模CDM)														(単位:千円)	
年	排出削減量 (tonCO2)	燃料消費 節減量 (KL)	費用								便益		費用-便益		
			装置費	付属品 費	取付・M 指導費	取付け 費	モニタリ ング 準備費	有効化 審査費	事業管 理費	費用 合計	クレジット	燃料費 節減	便益 合計	単年度	累積
			同メンテ ンス費	同メンテ ンス費	M指導・ R作成		モニタリ ング 実施費	検証認 証費	事業管 理費						
0年目(2011年)			35,000	7,000	2,240	2,800	1,680	4,000	16,650	69,370			0	-69,370	-69,370
1年目(2012年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	2,000	2,090	11,010		85,745	85,745	74,735	5,365
2年目(2013年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	2,000	2,090	11,010	3,185	85,745	88,930	77,920	83,284
3年目(2014年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	2,000	2,090	11,010	3,185	85,745	88,930	77,920	161,204
4年目(2015年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	2,000	2,090	11,010	3,185	85,745	88,930	77,920	239,124
5年目(2016年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	2,000	2,090	11,010	3,185	85,745	88,930	77,920	317,044
6年目(2017年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	2,000	2,090	11,010	3,185	85,745	88,930	77,920	394,963
7年目(2018年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	2,000	2,090	11,010	3,185	85,745	88,930	77,920	472,883
8年目(2019年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	2,000	2,090	11,010	3,185	85,745	88,930	77,920	550,803
9年目(2020年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	2,000	2,090	11,010	3,185	85,745	88,930	77,920	628,722
10年目(2021年)	2,450	942	3,500	700	1,040		1,680	2,000	2,090	11,010	3,185	85,745	88,930	77,920	706,642
11年目(2022年)										0	3,185		3,185	3,185	709,827
合計	24,500	9,422	70,000	14,000	12,640	2,800	18,480	24,000	37,550	179,470	31,850	857,447	889,297	709,827	
										B/C	5.0	内部収益率		110%	

(III=II-I) CDM事業化による追加費用と追加便益(単独の小規模CDM)														(単位:千円)		
年	排出削減量 (tonCO2)	燃料消費 節減量 (KL)	費用								便益		費用-便益			
			装置費	付属品 費	取付・M 指導費	取付け 費	モニタリ ング 準備費	有効化 審査費	事業管 理費	費用 合計	クレジット	燃料費 節減	便益 合計	単年度	累積	
			同メンテ ンス費	同メンテ ンス費	M指導・ R作成		モニタリ ング 実施費	検証認 証費	事業管 理費							
0年目(2011年)	0	0	0	0	0	0	0	840	4,000	8,320	13,160	0	0	0	-13,160	-13,160
1年目(2012年)	2,450	0	0	0	420	0	840	2,000	2,090	5,350	0	0	0	0	-5,350	-18,510
2年目(2013年)	2,450	0	0	0	420	0	840	2,000	2,090	5,350	3,185	0	3,185	0	-2,165	-20,675
3年目(2014年)	2,450	0	0	0	420	0	840	2,000	2,090	5,350	3,185	0	3,185	0	-2,165	-22,840
4年目(2015年)	2,450	0	0	0	420	0	840	2,000	2,090	5,350	3,185	0	3,185	0	-2,165	-25,005
5年目(2016年)	2,450	0	0	0	420	0	840	2,000	2,090	5,350	3,185	0	3,185	0	-2,165	-27,170
6年目(2017年)	2,450	0	0	0	420	0	840	2,000	2,090	5,350	3,185	0	3,185	0	-2,165	-29,335
7年目(2018年)	2,450	0	0	0	420	0	840	2,000	2,090	5,350	3,185	0	3,185	0	-2,165	-31,500
8年目(2019年)	2,450	0	0	0	420	0	840	2,000	2,090	5,350	3,185	0	3,185	0	-2,165	-33,665
9年目(2020年)	2,450	0	0	0	420	0	840	2,000	2,090	5,350	3,185	0	3,185	0	-2,165	-35,830
10年目(2021年)	2,450	0	0	0	420	0	840	2,000	2,090	5,350	3,185	0	3,185	0	-2,165	-37,995
11年目(2022年)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3,185	0	3,185	3,185	-34,810	
合計	24,500	0	0	0	4,200	0	9,240	24,000	29,220	66,660	31,850	0	31,850	-34,810		
										B/C	0.5	内部収益率		-		

本手法から、以下のことが明らかになる。

■省エネ事業導入に至らなかった理由

済南公交は、CDM 事業化の検討以前に、省エネ事業としてのアイドリングストップ装置取り付けの事業化意志はあったのだろうか？

・省エネ事業として実施した場合、装置購入費 42 百万円、指導費・管理費 17 百万円以外は内部費用であり、燃料費節減 857 百万円が予想される。なんのリスクもなく、これだけの省エネ効果が得られる事業ならば、事業実施に踏み切るはずである。

・しかし、結局事業実施に踏み切らなかったのは、リスクを考えたとみられる。常々表明していた車両影響リスクと思われる。日本のバス会社は綿密な対策(費用負担)を行い、それでも省エネ効果が勝るとの判断からアイドリングストップを実施しているが、済南公交の車両管理レベルは日本に比較すると低く、装置が故障したら交換するのが基本で、定期交換は行われていない。日本並みの車両管理体制を敷くことの困難さと、それによる車両影響リスクが省エネ事業導入をためらわせたと判断するものである。

・また、済南公交はアイドリングストップ装置自体の耐久性とプロジェクト期間中の品質保証を求める旨、表明しており、装置導入・使用に関わる一切のリスクをなくしたい姿勢が強い。

■CDMとしての事業性

・省エネ事業をベースに CDM 事業を付加した場合の追加費用は 66 百万円、追加便益は 32 百万円であり、35 百万円の費用超過となる。環境省補助金の導入が可能な場合、35 百万円の補助金と想定されることから、省エネ事業としての課題がクリアされた場合には、環境省補助金導入を前提とした場合、CDM 化に踏み切った可能性は高い。

・しかし、環境省は補助金 35 百万円に対して無償移転されるクレジット価値は 16 百万円なので、より効率的な CDM 事業への資金導入により、補助金相当の資金不足リスクに直面する可能性がある。

・こうしたリスクを排除するためには、補助金なしで CDM としての事業性を担保できるように事業計画を改良していく必要がある。このためには、CDM 化による追加コストの節減と排出削減量の拡大により事業収支を向上しなければならない。

・まず、排出削減量を拡大するために、アイドリングストップ実施率 10%で 2tonCO₂/年台という排出削減量を倍増できれば、現在の事業規模でも事業実施可能な水準となる。しかし、1,000 台規模での事業の場合、ドライバー間の能力差、都心部郊外部といった運行地域差を考慮するとアイドリングストップ実施率 10%を上乗せする余地は少ない。残された可能性としては、アイドリングストップを含むエコドライブ全体からの排出削減量をクレジット化することが考えられる。

・追加コストを節減するためには、装置費用およびモニタリング費用を節減することが必要になる。仮にエコドライブ全体を排出削減対象とした場合、アイドリングストップ(停止)に加え、発進、巡航、減速の各運行モードでの排出削減量をモニタリングする必要があり、装置費用およびモニタリング費用を節減するための抜本的な対応策が必要である。

(4) 今後の取組みについて

■基本的な考え方の再確認

・中国側は、CDM 事業は日本の利益のために行っていると誤解する場合がある。あくまでも、済南公交の省エネによりコスト低減化を図り、また中国の GHG 排出削減を実現することが目的であり、日本側はその支援を行うもので、その延長として CDM 事業化があるという認識が必要である。また、中国でも省エネ事業・GHG 排出削減活動における MRV の重要性についての認識は中央政府レベルで深まっており、MRV の備わった省エネ事業を実現するために日本のノウハウを活かすことができれば、CDM 事業を実現することは、そう困難ではない。

■交通分野の排出削減活動について

・交通省エネ活動は、手段選択やモーダルシフトを対象とした排出削減活動に比べベースラインを規定するパラメータが格段に少なく、単純で明快な MRV を短期間に確立できる可能性は高い。さらに、交通省エネ活動は1台当たりの排出削減量は少ないが、多数の車両をプロジェクト化することにより、全体として大きな排出削減効果を得られる可能性がある。

■エコドライブを対象とする排出削減活動について

・こうした「広く・薄い」排出削減活動にあたって、アイドリングストップに限らず発進・巡航・減速・停止の全ての運行モードでの省エネ・排出削減を目指すエコドライブ活動を対象として、1台あたりの排出削減量を確保していくのが効率的である。

・エコドライブ全体を対象とした場合、アイドリングストップを対象に開発した小規模 CDM 方法論をベースとしてこれを拡張していく方法と、新たな観点から MRV を再構築する二つの途が考えられる。

■エコドライブの MRV～アイドリングストップ方法論の拡張

運行記録を分析し、発進、巡航、減速、停止の全ての運行モードを特定し、運行モード毎にプロジェクト排出量を測定し、モード毎に事前に設定したベースライン排出量と比較し、排出削減量を算出する手法が考えられる。

アイドリングストップの場合にはベースライン排出量はアイドリング時燃料消費率(cc/sec)が唯一のパラメータであり、しかも車種に依存し運転者には依存しないので統計的推定の適用が可能であった。しかし、巡航、減速、停止時のベースライン排出量は、運転者の従前の省エネ運転技能に依存し、また、排気量・型式といった車両特性、区画道路、幹線道路、高速道路といった道路種別や交差点・信号設置数といった道路特性、混雑状況など交通特性、天候による路面状況や運行時間といった運転環境などに依存するため悉皆的なベースライン設定が必要となる。またプロジェクト排出量も全車両の全運行時間を対象に排出量を測定することが必要となる。

路線バスを対象としたアイドリングストップの場合も、毎月のモニタリングが要請され、各車両から運行記録を書き込んだ SD カードを回収し、集計分析ソフトを使って排出削減量を算出するが、大きな労力を必要とする。したがって、アイドリングストップ方法論を単純にエコドライブに拡張することは MRV に多大な労力を要し、現実的でない可能性がある。

■エコドライブの MRV～総合的指標の活用

プロジェクト車両の運行記録を、平均旅行速度別に分割し、分割された運行毎に事前に設定した平均走行速度、停車率、停車回数、平均旅行速度をパラメータとするベースライン燃料消費量推計モデルを使用してベースライン排出量を算出する。実測したプロジェクト排出量との差分を排出削減量とする。推計モデルを作成可能なベースライン運行データの収集が完了するまではエコドライブ支援機能が作動しないようにするなどの機能が必要となる。

■プロジェクトで導入するエコドライブ MRV 装置のイメージ

プロジェクトで導入するエコドライブ MRV 装置は、ベースライン排出量推計機能、エコドライブ支援機能、プロジェクト排出量記録機能から構成される。このうちエコドライブ支援機能は、走行速度、加速度、アイドリング継続時間、巡航時の速度変化などの運行データにエコドライブとしての許容値を予め設定しておくこと、これを超えた運転操作がされた場合に警告音を発することによりエコドライブを支援するものである。アイドリングストップについては、装置コストを節減するためにキー操作によるエンジン停止・再起動を基本とするか、アイドリングストップ操作の信号生成に必要なパラメータを単純化するなどが考えられる。

こうした機能を装備したエコドライブ MRV 装置を開発し、認証を得た後は給油所での給油中にモニタリングデータを吸い上げるなどの仕組みを構築することも考えられる。

■済南市城市交通技術研究院からの提案

済南市城市交通技術研究院から済南公交の意志決定結果を受けて、以下のアドバイスを頂いている。

- ・済南公交をフィールドとしたアイドリングストップ装置による排出削減活動は、削減量が小さいことが一つのネックであった。中国全体の都市を対象にプロジェクトを考えてみてはどうか？
- ・中国では CDM でなくても純粋に国内課題として交通分野の省エネ・排出削減の必要性が高まっており、省エネ・排出削減に向けた政策を推進すると同時に、政策効果を定量的に把握するために MRV の構築の必要性が高まっている。
- ・今回、新方法論を開発したことはその第一歩と位置づけられ評価できる。
- ・例えば、中央政府が今後製造するバス車両にはアイドリングストップ機能を標準で装備し、バス運行事業者は率先して使用し、省エネ・排出削減成果をあげることを指示する政策を導入した場合の政策効果を定量評価するための MRV の必要性は高い。
- ・また、政府は人間意識による燃料節減を強調しており、まさにエコドライブを推進しようとしている。
- ・そうした必要性に応える実効性があり実現性が高い提案ならば、中央政府も取り組んでみようと思うはずだ。
- ・中国国内には 1,000 台以上の路線バスを保有する都市は数百都市にのぼる。これらの都市の路線バスを対象に、ニーズに応えた機能を持つ装置を開発し、その取り付け、技術保証、メンテナンスなどにわたる提案書を作成することは価値あることだ。

(5) 本調査の成果

最後に、本調査の成果のうち主要な項目を以下に示す。

- ・交通分野の小規模 CDM 方法論「アイドリングストップ装置利用による交通省エネ活動」を開発し、国連 CDM 理事会の承認を得た。
- ・エコスターターの中国製路線バス車両への取り付け・調整技術が確立し、装着車両で安定的な動作をえられるようになった。
- ・11 台の装着車両による 3 ヶ月にわたるアイドリングストップコンテストの実施を通して、済南公交ドライバーおよび幹部がアイドリングストップによる省エネ効果を実感するようになった。
- ・エコスターター付属のデータロガーの機能を拡張した結果、運行実態、アイドリングストップ状況をより適確に判断できるデータ取得が可能となった。
- ・済南公交幹部の日本訪問により、日本のバス事業者との交流が実現し、今後の協力事業実施のきっかけを作ることができた。
- ・国連気候変動枠組み条約事務局での交通分野 CDM 方法論に関する実務者ワークショップで方法論および済南事業計画について発表し、交通分野の CDM 発展の一助をなした。

5 コベネフィットに関する調査結果

5.1 背景

中国政府は2010年2月、「第1回全国汚染源調査公報」を公表し、この中で同国内の窒素酸化物の排出量のうち約3割を自動車の排気ガスが占めていると報告した。中国国内では都市近郊におけるNO_x排出量の増加が深刻化しており、特にこうした自動車部門からの排出抑制が急務となっている。

2009年には同政府より、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(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)で実施することが通知されている。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。

本事業では使用過程車である路線バスへアイドリングストップ装置を取り付けることにより、これらの自動車からのNO_x排出量の抑制効果が期待される。

5.2 ホスト国における環境汚染対策等効果の評価

本プロジェクトは、中国・山東省のバス会社を対象とするプログラム活動であり、このうち最初のCPAとして済南市公共交通総会社が保有するバスへのアイドリングストップ装置取り付けをおこなう。このCPAによって期待される環境改善効果を以下に述べる。

5.2.1 評価対象項目

- ・大気汚染物質排出量(NO_x)

5.2.2 ベースライン/プロジェクトシナリオ

➤ 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、大気汚染物質(NO_x)の排出が継続する。」

➤ 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、大気汚染物質(NO_x)の排出が減少する。」

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。

定量評価に必要なデータ項目、及びデータ取得方法は、次に示す方法とする。

表-14 定量評価に必要な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
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回数	アイドリングストップ装置の稼働記録により取得する。
	起動補償時間(エンジン再始動時のNO _x 排出増加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-15には適合排出基準別に、大型車のアイドリング時 NOx 排出係数をまとめた。最初の CPA でアイドリングストップ装置の取り付けをおこなう済南市公共交通総会社のバスは Euro III 適合車であるが、新車に関しては 2010 年より Euro IV が排出基準として設定され、さらに 2012 年からは Euro V が導入される予定である(表-16)。使用過程車の排出基準が車検時*に当時の排出基準に合うように調整されるとすると、プロジェクトの開始時にはすべての対象バスの排出基準は Euro IV に適合したものとなる。

*中国におけるバスの車検は、使用期間 5 年以下のものは毎年、それ以上のものは 2 年に一度おこなわれる(文献 2)。

表-15 トラック・バスのアイドリング時 NOx 排出係数(文献 1)

NOx 排出係数(g/s)		車両重量(積載物含む)		
		10t	20t	30t
適合基準	pre-Euro	0.0203	0.0365	0.0508
	Euro I	0.0170	0.0306	0.0425
	Euro II	0.0113	0.0226	0.0283
	Euro III	0.0076	0.0152	0.0190
	Euro IV	0.0050	0.0100	0.0125

表-16 中国における大型車の排出基準導入時期

排出基準	導入日	備考
Euro I	2000.09	
Euro II	2003.09	
Euro III	2008.01	北京市は 2005.12 より
Euro IV	2010.01	北京市は 2008.01 より
Euro V	(2012.01)	導入予定

Euro V 適合バスの排出係数が Euro IV と同じであると仮定し、乗客を含むバスの平均重量を約 15 t*と設定すると、プロジェクト期間の各年度におけるアイドリング時 NOx 排出係数は 0.075(g/s)と計算される。

*対象バスの平均車重は約 12 t であり、ここに 60kg の乗客が 50 人乗車している場合を想定した。

(2) エンジン再始動時の排出量

アイドリングストップ後のエンジン再始動時には、排ガス中の NOx など大気汚染物質の排出量は一時的に多くなることが明らかとなっている^{文献 3~4}。ただ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排出増加量を設定することは困難である。

表-17 には既存文献におけるアイドリングストップの起動補償時間を示した。ここではこの時間からエンジン再始動後の NOx 排出増の影響をデフォルト値として提示することとする。なお、表中の新短期規制(PJ)は日本国内の排出基準であり、NOx に関しては Euro IV と同等に厳しい数値となっている^{文献 5}。

表-17 NOx 排出に関するアイドリングストップの起動補償時間(文献 3)

車種	起動補償時間(sec)
大型路線バス(長期規制適合 KL)	3
大型路線バス(新短期規制適合 PJ)	21

参考文献

1. World Road Association(PIARC), 2004, Road Tunnels : Vehicle Emissions and Air Demand for Ventilation
2. Hirota K.,2010, Comparative Studies on Vehicle Related Policies for Air Pollution Reduction in Ten Asian Countries.
3. 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.
4. 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.
5. OECD, 2008, The Environmental Impacts of Increased International Road and Rail Freight Transport

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は、以下のとおり試算される。

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。

$$BE_{k,y} = \sum (BEF_i \times T_{i,k,y} \times 10^{-6}) \quad (1)$$

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-18 NOx のベースライン排出量

パラメータ	値	説明
$BE_{NOx,y}$	8.71	計算値
$BEF_{i,NOx}$	0.0075	文献値
$T_{i,k,y}$	1,161,216,000(1,400 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。

$$PE_{k,y} = \sum (N_{i,y} \times BEF_{i,k} \times ST_{i,k} \times 10^{-6}) \quad (2)$$

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)

$BEF_{i,k}$: 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)

$ST_{i,k}$: 自動車 i の大気汚染物質 k に関する起動補償時間(秒)

既存文献から、新短期規制適合車のものは十分に保守的な値であると考えられ、これを採用した。

表-19 NOx のプロジェクト排出量

パラメータ	値	説明
PE _{NOx,y}	3.18	計算値
BEF _{i,NOx}	0.0075	文献値
N _{i,y}	20,160,000 (1,400 台)	推定値
ST _{i,NOx}	21	文献値

削減量

本事業による大気汚染物質排出削減量は下式により計算される。なお参考に、同様の条件下ですべての山東省内の CPA がおこなわれ、計 15,000 台の路線バスでアイドリングストップが実施された場合の計算結果もあわせて示した。

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

表-20 プロジェクト期間中のコベネフィット試算結果

年	NOx 削減量(tNOx/年)	
	最初の CPA	全 CPA 合計
2012	5.53	59.3
2013	5.53	59.3
2014	5.53	59.3
2015	5.53	59.3
2016	5.53	59.3
2017	5.53	59.3
2018	5.53	59.3
2019	5.53	59.3
2020	5.53	59.3
2021	5.53	59.3

6 持続可能な開発への貢献に関する調査結果

なし