

「二国間オフセット・クレジット制度の MRV モデル実証調査 『大量高速輸送機関(MRT)の整備によるモーダルシフト』

(調査実施団体: 日本気象協会・アルメック MRV モデル実証調査共同企業体)

調査協力機関	OTP (Office of Transport and Traffic Policy and Planning) SRTET (SRT Electrified Train Co., Ltd)
調査対象国・地域	タイ国・バンコク首都圏
対象技術分野	交通
事業・活動の概要	本事業・活動は、タイ国バンコク首都圏の MRT ネットワーク整備により期待されるモーダルシフトと道路の混雑緩和により実現される GHG 排出削減のクレジット化を行うものである。
MRV 方法論適用の適格性要件	<ul style="list-style-type: none"> ・都市内 MRT の新設・延伸を含むこと ・旅客輸送のみを対象とすること ・MRT は軌道系の輸送機関であること ・MRT 路線沿線には、リファレンスシナリオ下で従来型交通システムが存在していること ・MRT の建設または運行において日本等先進国からの技術移転や資金支援等があること
リファレンスシナリオ及びバウンダリーの設定	リファレンスシナリオ: BaU をリファレンスシナリオとする。 バウンダリー: モーダルシフト効果では、MRT 路線とした(端末交通(出発地から MRT 駅及び MRT 駅から目的地の間の交通手段)は含まない)。道路混雑緩和効果では、MRT 路線の整備によって影響を受ける道路。MRT 路線両側にある並行している道路のうち、より路線に近かつ幹線的な道路のみを対象とする。
算定方法オプション	<p>算定方法 1-1 (モーダルシフト効果(乗客アンケート無し)) : MRT 乗客へのアンケート調査を実施せずにリファレンス排出量を算定する簡易な方法(保守的なリファレンスシナリオ交通機関での固定)</p> <p>算定方法 1-2 (モーダルシフト効果(乗客アンケート有り)) : MRT 乗客へのアンケート調査を実施し、リファレンス排出量を実態に基づいて算定する方法。なお、乗客アンケート調査のサンプル数を減らす保守的オプションも合わせて提示。</p> <p>算定方法 2 (道路混雑緩和効果) : 特定した周辺道路で交通量/旅行速度調査を実施してリファレンス排出量を算定する方法</p>
デフォルト値の設定	デフォルト値は、「リファレンスシナリオ交通機関分担率」、「交通機関 i の輸送量当たりの CO ₂ 排出係数」について検討した。 リファレンスシナリオ交通機関分担率 は、算定方法 1-1 で比較的保守的な人キロ当たり CO ₂ 排出係数を有する交通機関(例えばバス)の分担率を 100%とし、算定方法 1-2: ではデフォルト値の設定を行わない。 交通機関 i の輸送量当たりの CO ₂ 排出係数は、算定方法 1-1, 1-2 ともに MRV 方法論で提示する文献値のうち、低い値をデフォルト値として採用する。

モニタリング手法	もっとも簡易な算定方法オプションでのモニタリングは、MRT 運行会社が定常業務を実施する範囲で対応できる。		
	パラメータ	モニタリング手法	頻度
	MRT 輸送量 (人 km/年)	MRT 運行会社による 集計データ	毎年
	MRT 乗客数 (人/年)	MRT 運行会社による 集計データ	毎年
	MRT 平均乗車距離 (km)	MRT 運行会社による 集計データ	毎年
MRT 電力消費量 (MWh/年)	MRT 運行会社による 集計データ	毎年	
モニタリング実施結果	<p>2012 年 8 月に次に示すモニタリングを実施した。</p> <p>アンケート調査: ARL 駅ホーム及び構内で City Line の乗客への聞き取り調査で 6,000 票以上の回答を得た。</p> <p>交通量調査: ARL 周辺の 20 地点で調査を実施した。</p> <p>旅行速度調査: GPS 装着車両が ARL の南北を並行する道路を走行してデータを取得した。</p> <p>乗車率調査: MRT が存在しない状態での乗車率を取得するために、ブルーライン延伸予定区間での乗用車、二輪車、タクシー、バスの乗車率を調査した。</p>		
GHG 排出量及び削減量	ARL の City Line を対象に、算定方法ごとに排出削減量を算定した。		
		算定方法 1-1	算定方法 1-2
	プロジェクト排出量 (tCO ₂ /年)	6,302	6,302
	リファレンス排出量 (tCO ₂ /年)	11,618	24 167
排出削減量 (tCO ₂ /年)	5,316	17,865	3,442
第三者検証の結果及び概要	<p>第三者検証は SRJET からの提供データ、モニタリングデータに基づき算定した排出削減量を対象とした。検証機関からは、データのトレーサビリティ等に関する指摘を受けた。SRJET では、排出削減量のクレジット化を想定したデータ管理を行っておらず、今後の課題である。</p>		
環境影響等	<p>当該事業は、運輸セクターの GHG 排出削減目標の達成のための重点事業と位置付けられている。また、タイ国の環境影響評価制度の対象事業であるため、適切な環境影響評価も実施されているため、環境への悪影響はない。</p>		
日本技術の導入可能性	<p>ハード面以外でも、ソフト面での日本製技術には優位性のある分野がある。鉄道駅へのアクセス性向上のためのバス路線網の改善、駅前広場の整備を含めた駅前再開発やソニーの FeliCa システムによる共通利用化、2011 年の洪水等の気象災害への対応策での日本のノウハウ活用が想定される。</p>		
ホスト国における持続可能な開発への寄与	モニタリング結果から算定した ARL 運行によって期待される NOx 削減効果は以下のとおりである。		
	リファレンス排出量 (t-NOx/年)	プロジェクト排出量 (t-NOx/年)	排出削減量 (t-NOx/年)
	177.0	15.8	161.2

調査名：二国間オフセット・クレジット制度の MRV 実証調査 「大量高速輸送機関(MRT)の整備によるモーダルシフト」

団体名：日本気象協会・アルメック MRV モデル実証調査共同企業体

1. 調査実施体制：

クライメート・コンサルティング合同会社：旅客のモーダルシフトに係る MRV 方法論を担当。
OTP (Office of Transport and Traffic Policy and Planning)：タイ国運輸省として、本調査に関係する運輸部門関係者への協力を指示。

SRTET (SRT Electrified Train Co., Ltd)：タイ国鉄 (SRT; State Railway of Thailand) の子会社で実証対象路線の運行会社である。Airport Rail Link (以下、「ARL」という。)でのモニタリング実施に際しての協力、運行に係るデータを提供した。

アジア交通研究学会 (ATRANS; Asian Transportation Research Society)：事業者が立案したモニタリング計画に基づき、モニタリングを実施した。

2. 事業・活動の概要：

(1) 事業・活動の内容：

項目	説明
実施ホスト国・地域	タイ国・バンコク首都圏 (BMA; Bangkok Metropolitan Area) 及びその周辺域 (BMR; Bangkok Metropolitan Region)
当該事業・活動の内容	バウンダリー内のモーダルシフトによる交通量対策及び交通流改善により GHG 排出削減を実現する都市内鉄道の開発。対象とする都市内鉄道は ARL とする。
設備規模	2012 年 9 月時点で Phaya Thai—Suvarnabhumi Airport 間の 28km。旧国際空港方面への延伸が計画されている。
稼働開始時期	2010 年 8 月 23 日
稼働状況	ARL は、バンコク中心部への通勤・通学路線として利用されており、並行する SRT の近距離路線からの乗り換え需要も発生している。ARL では、各駅停車で通勤・通学に利用される City Line と、市内と空港のアクセスを目的とする Express Line が運行されている。City Line は、6 時から 24 時まで、上下線ともに 15 分間隔で運行されている。1 日当たり約 4 万人の利用者がある。 運賃は最低区間で 15 バーツ、最高でも 45 バーツと地元利用者を意識した料金設定となっている。さらに、在来線と乗り継ぐ場合には在来線が無料となるタイ人のみを対象とした割引制度がある。
当該事業・活動で採用する技術	鉄道技術
当該事業・活動のオーナー	SRT
当該事業・活動が排出削減に貢献する内容	BMA 及び BMR において、MRT を開発することで、既存の交通モードから MRT へのモーダルシフトが実現し、GHG 排出削減に貢献する。また、対象 MRT に並行する道路などでの道路混雑緩和も実現されることで、自動車等の旅行速度向上による GHG 排出削減にも貢献する。

(2) ホスト国の状況：

運輸省が策定した M-MAP に基づき、BMR における鉄道網整備が進められている。OTP では、持続的な交通システムと気候変動の緩和に係るマスタープランを作成し、2012 年 10 月に運輸省で承認された。タイ国は、自国予算での気候変動対策を計画する以外に、他国からの支援のもとで NAMA (Nationally Appropriate Mitigation Action) の実行に対しても積極的である。

(3) CDM の補完性:

CDM では、モニタリングと第三者検証で特に厳格さを求められる。モニタリングは事業による排出削減量を算定するためのパラメータを取得することが目的であるため、サンプリングに対して統計的な有意性、信頼性が強く求められ、不確実性は許容されない。第三者検証では、モニタリングが方法論に従い適切に実施されているか、排出削減量が方法論に基づき適切に算定されているかを詳細なエビデンスにより厳格に検証される。これらにより CDM 事業による排出削減量の信頼性を担保することとなっている。

しかし、この厳格なモニタリングと第三者検証は、方法論で定めるモニタリング手法を厳格なものとし、事業者に過度の負担を強いることとなっている。また、第三者検証も詳細なエビデンスを要求され、検証作業の完了までに多くの時間とコストを事業者は負担しなければならない。

JCM/BOCM では、より現実的なモニタリング・適格性基準による追加的な排出削減の説明を実施することで、上記のような都市内鉄道の整備事業に係る CDM の問題点を保守的に解決することができる。本調査においては、端末交通を除外したり、移動距離をリファレンスシナリオとプロジェクトとで同一と仮定することなどで、アンケート調査を簡略化し、より現実的かつ実務的なモニタリングとした。また、保守的機関分担率を設定するオプションを設けることで、解決策の追及を図った。

大きな GHG 排出削減効果を期待できる都市内鉄道の整備事業・活動は、CDM の制度の下で実施されにくいことが明らかであるため、これを JCM/BOCM の下で実施することは、都市内鉄道の整備事業・活動の一層の推進につながり、有意義なことである。

(4) 初期投資額について:

M-MAP によれば、ARL の整備に係る総投資額は土地収用を含め 750,000 百万バーツ（参考換算レート:1 バーツ=2.6 円）である。他の計画路線での初期投資額、工事期間等の情報も M-MAP 及び各路線の EIA 報告書により、確認できる。

3. 調査の内容

(1) 調査課題:

当該事業・活動の MRV 方法論のうちモーダルシフト効果に係る方法論は、昨年度調査で構築したものであり、その実証のためにタイ側政府機関、MRT 運行機関、モニタリング実施機関等との折衝が必要であった。これら関係機関とは、昨年度調査において調査成果の共有を図り、MRV 方法論を実証することが GHG 排出削減量を定量的に把握するうえで最も有効な手段であることの共通認識を持っていた。しかし、道路混雑緩和効果に係る方法論は本調査で構築する必要があり、以下に示す課題を認識していた。

- 正確性、保守性の担保と不確実性の評価
- 道路混雑緩和効果の排出削減量への算入の妥当性
- 道路混雑緩和効果の算定対象となる周辺道路の特定
- リファレンスシナリオにおける周辺道路の速度の設定
- リバウンドによる影響の検討
- 道路 QV 関係式作成のための交通量調査・旅行速度調査の方法

(2) 調査内容:

本調査において、タイ国における政策等の情報収集、MRV 方法論の実証に必要な既存資料収集及びモニタリングの実施等のために現地調査を実施した。

仮報告書提出までに6回の現地調査を実施した。現地調査の概要は表 3.3.1 のとおりである。各回の現地調査報告書は、資料編に掲載した。また、MRV 方法論に基づくモニタリング調査を8月に実施した。モニタリングの実施内容は「(7)モニタリング手法:」に示す。その他の調査内容の概要は

表 3.3.2 のとおりである。検討の詳細は対応する各節で述べる。

表 3.1 現地調査の概要

実施期間	概要
第1回（7月8日から14日）	タイ運輸省への本年度調査に関する協力依頼、関係機関を訪問、データ提供の依頼等
第2回（7月22日から28日）	交通量調査、旅行速度調査の対象となる ARL 周辺道路を現地踏査等
第3回 （8月15日から19日、23日から26日）	モニタリング計画の協議、実施状況の確認、MRT 整備の関連情報収集等
第4回（10月9日から13日）	中間報告会、ワークショップ打ち合わせ、検証機関訪問等
第5回（11月27日から12月1日）	ワークショップ開催、検証機関訪問等
第6回（2月6日から2月9日）	成果報告のワークショップ開催等

表 3.2 調査項目と検討の概要

調査項目	検討の概要
MRV 方法論適用の適格性要件に関する調査	昨年度調査、本年度の現地調査結果を踏まえて、方法論の適格性要件を検討した。
算定方法オプションに関する調査	簡易的でありながら、保守性を確保する算定方法を提案するように、複数の算定方法オプション（モーダルシフトと道路混雑緩和による GHG 排出削減効果を算定する方法）を検討した。
算定のための情報・データに関する調査	現地調査でタイ側の関係機関へデータ提供の依頼を行い、順次データの提供を受け、提供されたデータの内容を確認した。
事業・活動バウンダリーに関する調査	提案する算定方法について、適切なバウンダリーを検討した。乗客のモーダルシフトによる GHG 排出削減効果を算定する方法では当該 MRT 路線、道路混雑緩和による GHG 排出削減効果を算定する方法では、当該 MRT の整備により影響を受ける道路がバウンダリーとなる。
リファレンスシナリオに関する調査	提案する算定方法について、リファレンスシナリオを検討している。当該 MRT が無かった場合の状況がリファレンスシナリオとなる。
モニタリングの実施及びモニタリング手法に関する調査	既述の現地調査において、モニタリング計画を確認後に ATRANS によるモニタリングを実施した。これにより、ホスト国での実施可能性を確認した。
パラメータのデフォルト化に関する調査	デフォルト値設定のため、既存文献による乗車率等のデータ収集も行った。

4. 二国間オフセット・クレジット制度の事業・活動についての調査結果

(1) 事業・活動の実施による排出削減効果:

MRT の整備は、モーダルシフトと周辺道路の交通量減少を実現し、バウンダリー内での GHG 排出削減が期待できる。そのため、MRV 方法論では、これら2種類の効果が対象となる。

➤ モーダルシフト効果

ACM0016 をベースに、より事業の実現性を高める MRV 方法論を検討し、作成した。

リファレンス排出量の算定に重要なパラメータは、MRT の乗客が、MRT が無かった場合に使ったであろう交通手段（以下、「リファレンス交通手段」という。）とその移動距離（以下、「リファレンス移動距離」という。）、人キロ当たりの CO₂ 排出係数である。リファレンス交通手段の特定方法には乗客へのアンケート調査があるが、MRV 方法論では簡易的方法としてアンケ

ートを行わないオプションを提案した。また、リファレンス移動距離を MRT の乗車距離とするなどの簡易化も検討した。これらの簡素化オプションについて、モニタリング調査結果を解析することにより妥当性を検証した。プロジェクト排出量の算定は、MRT の運行時の電力消費量に系統電力 CO₂ 排出係数を乗ずること得る。

▶ 道路混雑緩和効果

リファレンス排出量及びプロジェクト排出量の算定におけるパラメータは、交通量と旅行速度別の CO₂ 排出係数である。このうち、リファレンスシナリオの旅行速度の設定が重要となる。モニタリングの乗客アンケート調査結果を基に MRT が無かった場合に自家用車を利用していたであろう人が道路混雑緩和効果の対象道路の区間を走行していたものとして交通量を設定し、道路 QV 関係式に導入して旅行速度を算定する。道路 QV 関係式はモニタリングの交通量/旅行速度調査より作成する。

プロジェクト排出量の交通量及び旅行速度は交通量/旅行速度調査より設定する。ただし、旅行速度は作成した道路 QV 関係式より求める方法についても検討している。

MRV 方法論と参考とした ACM0016 の概要を表 4.1 に示す。

表 4.1 MRV 方法論の概要

	MRV 方法論	ACM0016
適格性要件	以下のすべての要件に適合する事業のみが方法論の対象となる。 <ul style="list-style-type: none"> ・都市内 MRT の新設・延伸を含むこと。 ・旅客輸送のみを対象とすること。 ・MRT は軌道系の輸送機関であること。 ・MRT 路線沿線には、リファレンスシナリオ下で従来型交通システムが存在していること。 ・MRT の建設または運行において日本等先進国からの技術移転や資金支援等があること。 	適用条件として以下のとおりである。 <ul style="list-style-type: none"> ・新規の鉄道インフラまたは分離バス車線を建設すること。 ・BRT の分離バス車線または鉄道型の MRTS は、混合交通条件下で運行中の既存のバス路線を代替すること。 ・既存のバス路線または鉄道型 MRTS の運用改善（例えば、新型や大型バスの導入）には、適用できない。 ・既存の鉄道型システムを代替するバス路線には適用できない。つまり、既存の都市内または都市近郊の鉄道インフラは、完全に（その全長区間において）運用され続けなければならない。 ・乗客輸送にのみ適用可能である。 ・ベースライン及びプロジェクトケースで、いかなる燃料（(液化) 気体燃料やバイオ燃料混合、電力を含む）を利用してもよい。 ・空路型輸送システム及び水上型輸送システムには適用できない。 ・都市内又は都市近郊の旅行について適用可能である。都市間交通には適用できない。
算定オプション	事業者は、モーダルシフト効果と道路混雑緩和効果を算定するオプションを選択できる。モーダルシフト効果では、乗客アンケートの有無を選択できる。	規定された算定方法に従う。
バウンダリー	【モーダルシフト効果】 MRT 区間のみとする。	MRT 利用者の出発地から目的地までの間に利用するすべての交通手段とする。
	【道路混雑緩和効果】 MRT 路線の整備によって影響を受ける道路とする。MRT 路線両側にある並行している道路のうち、より路線に近くかつ幹線的な道路を対象とする。	道路混雑緩和効果は算定に含めない。

リファレンスシナリオ排出量	<p>【モーダルシフト効果】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ (MRTによる輸送量(人キロ)) × (リファレンス機関分担率) × (機関別CO₂排出係数) ・ MRT輸送量(人キロ): 鉄道会社から直接得られる場合はそれを用いる。得られない場合は、(MRT乗車人数×MRT平均乗車距離)から算定する。リファレンス旅行距離を、個人の実際の旅行距離(出発地から目的地)ではなく、MRT平均乗車距離とすることで簡素化が可能である。 ・ リファレンス機関分担率: 算定Op.1-1: アンケートを実施せず、比較的保守的な排出係数を有する交通機関(例えばバス)を選択する。 算定Op.1-2: アンケート調査から全サンプルの平均的な割合を得る。 ・ 機関別CO₂排出係数: 基本的には事業固有値を用いる。得られない場合は、デフォルト値を用いる。 	<p>【モーダルシフト効果】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ アンケート調査によって得られた個人々のベースラインでの旅行距離(出発地から目的地まで)及び交通手段から排出量を算定し、拡大係数を乗じた上で合算する。
	<p>【道路混雑緩和効果】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ (対象道路の路線区間の延長) × (プロジェクト交通量) × (リファレンスシナリオ車速における車種別CO₂排出係数) ・ 対象道路の路線区間の延長: 地図上で計測する。 ・ プロジェクト交通量: モニタリングによる交通量調査結果を用いる。 ・ リファレンスシナリオ車速における車種別CO₂排出係数: デフォルト値を用いる。ここで、リファレンスシナリオ車速は、道路QV関係式により設定する。道路QV関係式は、モニタリングによる交通量調査及び旅行速度調査より作成する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 道路混雑緩和効果は算定に含めない。
プロジェクト排出量	<p>【モーダルシフト効果】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ (MRTの運行に伴う電力消費量) × (系統電力CO₂排出係数) <p>※リファレンス旅行距離をMRT平均乗車距離とすることで、端末交通に伴う排出を排除する。</p>	<p>【モーダルシフト効果】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ MRTからの排出とともに、端末交通からの排出を考慮する。
	<p>【道路混雑緩和効果】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ (対象道路の路線区間の延長) × (プロジェクト交通量) × (プロジェクト車速における車種別CO₂排出係数) ・ 各変数の設定はリファレンスシナリオ排出量と同様とする。 ・ プロジェクト車速は、モニタリングによる旅行速度調査より設定する。 	<ul style="list-style-type: none"> ・ 道路混雑緩和効果は算定に含めない。
リーケージ	<ul style="list-style-type: none"> ・ 対象としない。 <p>※道路混雑緩和効果はリファレンスシナリオ排出量及びプロジェクト排出量に含める。</p>	<ul style="list-style-type: none"> ・ バス及びタクシーの乗車率の変化による排出量、道路の混雑改善による車速向上に伴う排出量を考慮する。ゼロより大きい場合のみカウントする。

(2)MRV 方法論適用の適格性要件:

MRV 方法論適用の適格性要件は以下のとおりである。

➤ 都市内 MRT の新設・延伸を含むこと

- 旅客輸送のみを対象とすること
 - MRT は軌道系の輸送機関であること
 - MRT 路線沿線には、リファレンスシナリオ下で従来型交通システムが存在していること
 - MRT の建設または運行において日本等先進国からの技術移転や資金支援等があること
- MRV 方法論は、都市内の旅客輸送を目的とした MRT を対象とするものであり、都市間の MRT は含まない。新設または延伸を含むものであり、輸送量増強のための諸施策は対象外である。貨物輸送は対象外である。MRT には、鉄道、地下鉄、LRT、モノレール等を含み、BRT 等の自動車を用いるものは含まない。また、現状あるいはリファレンスシナリオ下において、バスや公共交通機関等が存在しており、これらの交通手段から MRT への転換が図られることが必要である。当該 MRT の建設において日本等からの技術的・資金的支援があるか、あるいは、MRT の運行において技術やノウハウの移転があることが適格性要件を満たす条件となる。

(3) 算定方法オプション:

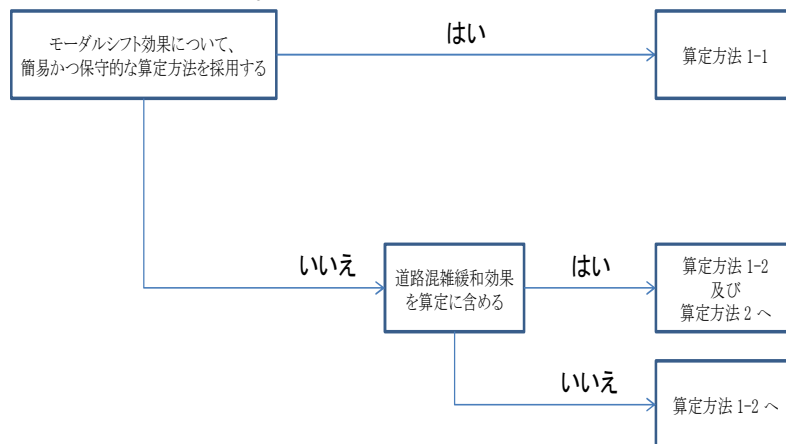
GHG 排出削減効果としては、MRT 整備によるモーダルシフト効果を対象とするが、事業者が道路混雑緩和効果もオプションとして排出削減効果に算入できるよう提案する。

モーダルシフト効果については、リファレンス排出量の算定において最もコストや労力がかかる乗客へのアンケート調査を実施しない簡易的・保守的な手法(算定方法 1-1)及びアンケート調査を実施する手法(算定方法 1-2)をオプションとして提案する。

算定方法 1-1(モーダルシフト効果(乗客アンケート無し)): MRT 乗客へのアンケート調査を実施せずにリファレンス排出量を算定する簡易な方法(保守的なリファレンスシナリオ交通機関での固定)。

算定方法 1-2(モーダルシフト効果(乗客アンケート有り)): MRT 乗客へのアンケート調査を実施し、リファレンス排出量を実態に基づいて算定する方法。なお、乗客アンケート調査のサンプル数を減らす保守的オプションも合わせて提示。

算定方法 2(道路混雑緩和効果): 特定した周辺道路で交通量/旅行速度調査を実施してリファレンス排出量を算定する方法。



(4) 算定のための情報・データ:

表 4.2 算定のための情報・データ

情報・データ	モニタリング (M) / 事業固有値設定 (S) / デフォルト値設定 (D)	当該事業・活動における 整備状況	備考
MRT 輸送量 (人 km/年) : BPKM _y	M	SRTET の通常業務の範囲 で集計可能。	月単位で算定
MRT 乗客数	M	SRTET の通常業務の範囲	日単位で把握

(人/年) : P_y	※MRT 輸送量が得られる場合は不要	で把握済。	
MRT 平均乗車距離 (km) : $BTDP_y$	M ※MRT 輸送量が得られる場合は不要	SRTET の通常業務の範囲で算定可能。	月単位で算定
リファレンスシナリオ交通機関分担率 (%) : MS_i	D (算定 Op.1-1) または S (算定 Op.1-2)	デフォルト値または乗客アンケート調査で事業固有値を設定。	-
MRT 電力消費量 (MWh/年) : $EC_{MRT,y}$	M	SRTET の通常業務の範囲で把握済。	月単位で把握
交通機関 i の輸送量当たりの CO ₂ 排出係数 (gCO ₂ /人 km) : $EF_{PKM,i}$	S または D	自動車排出係数 (gCO ₂ /km) は PCD ¹ によるデータ等を使用。乗車率は本調査及び過去の調査を使用。	ホスト国における値を用いるが、得られない場合には方法論で示すデフォルト値を使用する
系統電力の CO ₂ 排出係数 (tCO ₂ /MWh) : EF_{grid}	S	ホスト国による値を使用。	事業 (ホスト国) 固有値
周辺道路の区間 i の距離 (km) : D_i	S	地図計測	-
周辺道路の交通量 (時間帯 h、区間 i、車種 j) (台/h) : $TV_{Plh,i,j}$	M	交通量調査より設定。	平休別に時間単位で把握
周辺道路の車速 (時間帯 h、区間 i) (km/h) : $V_{Plh,i}$	M	旅行速度調査より設定、または道路 QV 関係式より算定。道路 QV 関係式は交通量調査及び旅行速度調査より作成。	平休別に時間単位で把握
リファレンスシナリオ車速 (時間帯 h、区間 i) (km/h) : $V_{BS,h,i}$	M	道路 QV 関係式より算定。道路 QV 関係式は交通量調査及び旅行速度調査より作成。	時間単位で把握
車種 j の車速 v における CO ₂ 排出係数 (gCO ₂ /台 km) : $EF(v)_{KM,j}$	S または D	PCD による値を使用可能。	ホスト国における値を用いるが、得られない場合には国際的なデータ ² をデフォルト値とする

(5) デフォルト値の設定:

① デフォルト値

「リファレンスシナリオ交通機関分担率」、「交通機関 i の輸送量当たりの CO₂ 排出係数」について検討した。MRV 方法論で提示するデフォルト値の概要を表 4.3 に示す。

表 4.3 デフォルト値

パラメータ	デフォルト値
リファレンスシナリオ交通機関分担率 (%) : MS_i	算定方法 1-1: ✓ 比較的保守的な人キロ当たり CO ₂ 排出係数を有する交通機関 (例えばバス) の分担率を 100% とする。 算定方法 1-2: ✓ デフォルト値の設定は無い。
交通機関 i の輸送量当たりの CO ₂ 排出係数 (gCO ₂ /人 km) : $EF_{PKM,i}$	算定方法 1-1, 1-2 共通: ✓ 詳細版の表 4.6.2 に示す値をデフォルト値とする (低い値を採用すること)。

¹ タイ汚染管理局 (Pollution Control Department)

² 例えば、EMEP/EEA emission inventory guidebook-200 等がある。

② 事業固有値

事業固有値（事業ごとに事前に決定あるいは事業開始後に設定する固定値）は、「リファレンスシナリオ交通機関分担率」、「交通機関 i の輸送量当たりの CO₂ 排出係数」、「系統電力の CO₂ 排出係数」、「車種 j の車速 v における CO₂ 排出係数」について検討した。MRV 方法論で提示する事業固有値の設定方法の概要を表 4.4 に示す。

表 4.4 事業固有値の設定方法

パラメータ	事業固有値
リファレンスシナリオ交通機関分担率 (%) : MS_i	算定方法 1-1: ホスト国の専門家による客観的な見解に基づき、排出量の観点から保守性が担保可能な場合、以下のいずれかの方法によって設定できる。不可能な場合は算定方法 1-2 を用いる。 ✓ 当該路線等での他の調査結果 ✓ 都市全体の機関分担率 算定方法 1-2: ✓ 乗客アンケート調査より事業固有の分担率を設定（事業開始後 1 年以内） ✓ 乗客アンケート調査による分担率の設定方法は、詳細版の「4.7.4 リファレンスシナリオ機関分担率の設定方法（アンケートの集計方法）」に示す ✓ 当該事業のケースを詳細版の表 4.7.3 に示す
交通機関 i の輸送量当たりの CO ₂ 排出係数 (gCO ₂ /人 km) : $EF_{PKM,i}$	✓ ホスト国の文献値、測定値等を用いて事業固有値を設定する。 ✓ 詳細版の表 4.7.15 を本事業の事業固有値とする。
系統電力の CO ₂ 排出係数 (tCO ₂ /MWh) : EF_{grid}	✓ ホスト国の公表値を用いる ✓ 当該事業の事業固有値は 0.5113tCO ₂ /MWh とした ³ 。
車種 j の車速 v における CO ₂ 排出係数 (gCO ₂ /台 km) : $EF(v)_{KM,i}$	✓ ホスト国の公表値を用いる

(6) リファレンスシナリオ及びバウンダリーの設定:

① リファレンスシナリオの設定

リファレンスシナリオとは、対象となる MRT が将来存在しなかった場合に起こり得るシナリオのことである。当該調査でのリファレンスシナリオの設定では、現地調査において収集した情報を基に、BaU に影響し得る下記に挙げる施策を評価することで、検討する。また、バイオ燃料及び燃費規制が導入されることをリファレンスシナリオとすることで、デフォルト値または事業固有値が保守的に設定されることにより、結果として、リファレンス排出量が保守的に設定され得る。

- BRT の導入
- バス路線の再編を含む代替交通機関の利用
- 分担率の変化
- バイオ燃料の動向
- 燃費規制

上記に挙げたリファレンスシナリオに影響を与え得る施策の評価を行った。結果として、将来的な施策には不確定要素が大きく、現時点ではひとつのリファレンスシナリオを特定することは困難である。プロジェクト実施時にこれらの施策がリファレン

³ Summary Report : The Study of emission factor for an electricity system in Thailand 2010 (Publish Date: 30 December 2011), Thailand Greenhouse Gas Management Organization (2010)

スシナリオとして反映させるべきかを検証する必要がある。そのため、現時点では対象の MRT がなかった場合を BaU としてリファレンスシナリオに設定する。

② バウンダリーの設定

MRT プロジェクトに適用可能な ACM0016 においては、バウンダリーの設定を行う際の調査対象の交通は、①MRT 路線、②端末交通、③周辺道路交通、の 3 通りで行われる。MRT がなかった場合に、MRT 乗車区間において使用していたであろう交通機関利用に伴う排出量の算定方法は、どの算定対象を採るかで異なる。

表 4.5 バウンダリーの設定まとめ

算定オプション	バウンダリー	GHG 種類とその排出源
算定方法 1-1 算定方法 1-2	MRT の乗客が乗車した駅から降車した駅までの MRT 路線のみがバウンダリーとなる。ACM0016 で含まれる乗客の出発地から乗車駅、降車駅から目的地までの交通手段はバウンダリーとして含まない。	<ul style="list-style-type: none"> ・ MRT が無かった場合に、その乗客が利用していたであろう交通機関からの CO₂ 排出量（端末交通は含まない） ・ MRT の運行に伴う CO₂ 排出量
算定方法 2	MRT 路線の整備によって影響を受ける道路。MRT 路線両側にある並行している道路のうち、より路線に近くかつ幹線的な道路のみを対象。	<ul style="list-style-type: none"> ・ 当該道路区間を走行する自動車からの CO₂ 排出量

(7) モニタリング手法:

概要版では、もっとも簡易な算定方法オプションでのモニタリング手法を述べる。

表 4.6 モニタリング・パラメータ（算定方法 1-1）

パラメータ	モニタリング方法	モニタリング頻度	ホスト国での実施可能性	QA/QC
MRT 輸送量 (人 km/年) : $BPKM_y$	MRT 運行会社による集計データ ※得られない場合は P_y 及び $BTDP_y$ より推定	毎年	SRT、MRTA ともに通常業務の範囲で集計可能。 本調査では P_y 及び $BTDP_y$ より推定	
MRT 乗客数 (人/年) : P_y	MRT 運行会社による集計データ ※ $BPKM_y$ が得られない場合のみ	毎年 (集計は 15 分ごと)	SRT、MRTA ともに通常業務の範囲で把握。本調査の対象である SRTET は“the Automatic Fare Collection System”により 15 分ごとにデータを取得し、日データを集計している。	SRT の公式データと照合 (年次報告書等)
MRT 平均乗車距離 (km) : $BTDP_y$	MRT 運行会社によるデータ ※ $BPKM_y$ が得られない場合のみ	毎年	SRT、MRTA ともに通常業務の範囲で計算可能。本調査の対象である SRTET は“the Automatic Fare Collection System”によって得られる各乗客の移動距離から算定。	
MRT 電力消費量 (MWh/年) : $EC_{MRT,y}$	MRT 運行会社による集計データ	毎年 (集計は月ごと)	SRT、MRTA ともに通常業務の範囲で把握。本調査の対象である SRTET では、Metropolitan Electricity Authority が毎月の使用量を検針し、請求書を発行する。このデータを使用。	

① デフォルト値

「リファレンスシナリオ交通機関分担率 (%) : MS_i 」は、表 4.7 において、保守的な排出係数を有するバスの分担率を 100%とした。なお、バスよりも自動二輪車やトゥクトゥクの方が排出係数は小さいが、これらを 100%とすることはバンコクにおいては非現実的なため、バスを 100%とした。

② 事業固有値

「交通機関 i の輸送量当たりの CO_2 排出係数」は表 4.7 の値を用い、「系統電力の CO_2 排出係数」はタイ政府の公表値である $0.5113 \text{ tCO}_2/\text{MWh}$ を用いた。

表 4.7 輸送量当たりの交通機関別 CO_2 排出係数の事業固有値

	交通機関 i の CO_2 排出係数 (gCO_2/km) : $EF_{KM,i}$	乗車率 (人) : OR_i	交通機関 i の輸送量当たりの CO_2 排出係数 ($gCO_2/人 km$) : $EF_{PKM,i}$
バス	1150.1	24.2	47.5
自動二輪車	38.2	1.3	29.4
乗用車	170.2	1.5	113.5
タクシー	156.6	0.8	195.8
トゥクトゥク	76.5	2.0	38.3
鉄道	-	-	25.2

出典: $EF_{KM,i}$: Emission Factor of Carbon Dioxide from In-Use Vehicles in Thailand, Sutthicha Nilrit and Pantawat Sampanpanish, Modern Applied Science; Vol. 6, No. 8; 2012.

OR_i : モニタリング調査 (2012.8) より設定した。トゥクトゥクは OTP 調査における想定値である。

注 交通機関の $EF_{KM,i}$ の選定に当たっては、排出係数が保守的になるよう留意した。

バス: Diesel の係数を採用した。(最も保守的)、自動二輪車: Gasoline 91 の係数を採用した。(最も保守的)、乗用車: Gasoline 91 の係数を採用した。(ガス状燃料を除き最も保守的。また、乗用車のガス状燃料の使用割合は低い。)、タクシー: LPG の係数を採用した。(全燃料のうち最も保守的。また、タクシーは大部分が LPG または CNG である。)

(8) 温室効果ガス排出量及び削減量:

① 算定方法

算定方法 1-1 及び算定方法 1-2、算定方法 2 による排出削減量を算定した。

② 対象路線

温室効果ガス排出削減量の算定対象路線は、ARL の City Line とした (Express Line は対象外とした)。

③ 対象期間

温室効果ガス排出削減量の算定対象期間は、最新のデータが得られ、かつモニタリングの実施期間を含む、2011 年 10 月から 2012 年 9 月とした。

④ 算定に用いたデータ

表 4.8 算定に用いたデータ

パラメータ	モニタリング (M) / 事業固有値設定 (S) / デフォルト値設定 (D)	値	備考
MRT 乗客数 (人/年): P_y	M	13,656,586	SRT 集計値 (2011 年 10 月～ 2012 年 9 月の 1 年間)
MRT 平均乗車距離 (km): $BTDP_y$	M	17.9	SRT 計算値
リファレンスシナリオ交通機 関分担率 (%): MS_i	D (算定方法 1-1) S (算定方法 1-2)	バス: 100.0 バス: 32.2 自動二輪車: 1.6 乗用車: 24.7	デフォルト値 乗客アンケート調査結果 (2012 年 8 月)

		タクシー：26.4 トゥクトゥク：0.2 鉄道：13.2	
MRT 電力消費量 (MWh/年): $EC_{MRT,y}$	M	12,325	SRT 集計値(2011年10月～2012年9月の1年間)
交通機関 i の輸送量当たりの CO ₂ 排出係数 (gCO ₂ /人 km): $EF_{PKM,i}$	S	バス：47.5 自動二輪車：29.4 乗用車：113.5 タクシー：195.8 トゥクトゥク：38.3 鉄道：25.2	PCD 論文値及び乗車率調査結果(2012年8月)より算定
系統電力の CO ₂ 排出係数 (tCO ₂ /MWh): EF_{grid}	S	0.5113	タイ政府公表値 ⁴

表 4.9 算定に用いたデータ (道路混雑緩和効果)

パラメータ	モニタリング (M) / 事業固有値設定 (S) / デフォルト値設定 (D)	値	備考
周辺道路の区間 i の距離 (km) : D_i	S	1.PTH-2.RPR:1.2km 2.RPR-3.MAS:2.2km 3.MAS-4.RKH:4.2km 4.RKH-5.HUM:4.9km 5.HUM-6.BTC:5.0km 6.BTC-7.LKB:6.0km 7.LKB-8.SVB:1.4km	地図計測。 区間は ARL の駅間ごとに設定する。
周辺道路の交通量(時間帯 h、区間 i、車種 j) (台/h): $TV_{P,h,i,j}$	M	Rama9～Motorway の地点における断面方向別・時間帯別・車種別の交通量	交通量調査結果 (2012年8月)
周辺道路の車速(時間帯 h、区間 i) (km/h): $V_{P,h,i}$	M	Rama9～Motorway の断面方向別・時間帯別の区間旅行速度	旅行速度調査結果 (2012年8月)
リファレンスシナリオ車速(時間帯 h、区間 i) (km/h): $V_{BS,h,i}$	M	Rama9～Motorway の断面方向別・時間帯別の区間旅行速度	道路 QV 関係式より算定。道路 QV 関係式は交通量調査及び旅行速度調査より作成 (2012年8月)。道路 QV 関係式に代入する交通量は ARL 乗客の駅間 OD とリファレンスシナリオ交通機関分担率より算定(詳細版の図参照)
車種 j の車速 v における CO ₂ 排出係数 (gCO ₂ /台 km): $EF(v)_{KM,j}$	S または D	詳細版の「4.7 事業固有値の設定方法」の項を参照	PCD による値

⑤ 算定結果

算定対象		算定式
算定方法 1-1	リファレンス排出量	$RE_{MD,y} = \sum_i (P_y \times BTDP_y \times MS_{i,y} \times EF_{PKM,i} \times 10^{-6})$ $= 11,618 tCO_2 / year$
	プロジェクト排出量	$PE_{MRT,y} = EC_{MRT,y} \times EF_{grid} = 6,302 tCO_2 / year$
	排出削減量	$ER_y = RE_y - PE_y = RE_{MD,y} - PE_{MRT,y}$ $= 11,618 - 6,302 = 5,316 tCO_2 / year$

⁴ Summary Report : The Study of emission factor for an electricity system in Thailand 2010 (Publish Date: 30 December 2011), Thailand Greenhouse Gas Management Organization (2010)

算定方法 1-2	リファレンス排出量	$RE_{MD,y} = \sum_i (P_y \times BTDP_y \times MS_{i,y} \times EF_{PKM,i} \times 10^{-6})$ $= 24,167tCO_2 / year$
	プロジェクト排出量	$PE_{MRT,y} = EC_{MRT,y} \times EF_{grid} = 6,302tCO_2 / year$
	排出削減量	$ER_y = RE_y - PE_y = RE_{MD,y} - PE_{MRT,y}$ $= 24,167 - 6,302 = 17,865tCO_2 / year$
算定方法 2	リファレンス排出量	$RE_{CC,y} = \sum_{h=1}^{24} \sum_i \sum_j (D_i \times TV_{PJ,h,i,j} \times EF(v_{BS})_{KM,h,i,j} \times 10^{-6}) \times 365$ $= 155,872tCO_2 / year$
	プロジェクト排出量	$PE_{CC,y} = \sum_{h=1}^{24} \sum_i \sum_j (D_i \times TV_{PJ,h,i,j} \times EF(v_{PJ})_{KM,h,i,j} \times 10^{-6}) \times 365$ $= 152,430tCO_2 / year$
	排出削減量	$ER_y = RE_y - PE_y = 3,442tCO_2 / year$

⑥ バンコク全体での排出削減ポテンシャル(モーダルシフト効果)

ケース 1:リファレンスシナリオ交通機関分担率を 100%がバスと仮定した。プロジェクトの実施を容易にし、モニタリングコストを削減するための仮想的なシナリオである。リファレンスシナリオ排出量を過度に保守的に評価することになるが、モニタリングに係るコストや労力を大幅に削減できる。

ケース 2:リファレンスシナリオ交通機関分担率を ARL における調査結果により設定した。ARL の結果は必ずしも他路線に適用できないが、本調査においてはすべての路線の調査は実施が困難なため、ARL の結果を用いた。

表 4.10 排出削減量の概要 (ERy : tCO₂/year)

	ケース 1	ケース 2
2014 年から 2029 年の平均値	309,038	1,014,866

(9) 排出削減量の第三者検証:

① 検証機関の選定理由

検証機関は、タイ国に事業所を有する CDM の DOE または ISO 認証機関から選定することとした。本調査では、CDM の DOE であり、タイ国及び周辺国で CDM の検証作業を実施する Lloyd's Register Quality Assurance Limited (LRQA) を第三者検証機関として選定した。

② 検証方法

MRV 方法論による第三者検証では、「4.5 算定のための情報・データ」に記載するものうち、事業固有値とモニタリング値、及びそれによる排出削減量が検証の対象となる。また、対象期間は SRTET から提供を受けたデータの最新の 1 年間とした。

検証に際して必要となるエビデンス等として下記の情報を検証機関へ提供した。

- モニタリングレポート: モニタリングパラメータ、モニタリング頻度、QA/QC 情報等が記載
- MRV 方法論、計算シート: 中間報告書添付のバージョン 1
- PDD: 検証機関との協議により、J-VER のフォーマットの簡易な PDD
- 検証対象とする算定オプション: MRV 方法論に規定する 3 種類の算定オプション
- その他の根拠資料: モニタリング期間の妥当性、旅行速度調査に使用した GPS のキャリブレーション情報、SRTET による電力使用量の管理などの根拠資料

③ 検証結果

本調査で実施した第三者検証の課題を以下にまとめた。

検証マニュアルは、CDMの反省を踏まえ、可能な範囲で簡素化した検証作業を迫及したものととなっている。本方法論の算定方法1-1で示されるモニタリングパラメータでは、鉄道運行会社が管理するデータのみで対応可能であり、簡易な検証を想定している。

しかし、排出削減量のクレジット化を想定する際、CDMに比較して簡易な検証方法で認証される排出削減量が信頼性の面で劣るリスクがある。そのため、検証機関がクレジット化に係るリスクを回避するために、詳細なエビデンスを要求するなど簡易ではない検証方法となる場合がある。本調査の検証作業においても、検証機関からは詳細な根拠資料を要求されることとなった。

検証機関から事業の改善のために以下の提案がなされた。

- ▶ データのトレーサビリティの向上を図ること
- ▶ 算定に必要なデータ及び算定式への関係を明確にすることで、算定シートでの計算の透明性を向上させること
- ▶ 内部のQA/QC管理によるデータ管理システムを改善し、データ収集と管理システムの堅牢性、有効性、正確性、完全性、一貫性、適時性を確立するための方法論と最適な管理システムを確保すること
- ▶ プロジェクト参加者は、既存のモニタリング計画を改善し、それらが総合的にモニタリングマニュアルの要件を満たすようにする必要があること

(10) 排出削減効果の分配:

今回の排出削減効果によるクレジット収入は1トン当たり1,000円と仮定しても年間1,300万円程度であるため、鉄道インフラの整備に係る費用に対して、財務改善効果を全く持たないため、GHG排出削減効果に比較して関心の度合いは低いと考えられる。一方で、SRKETに対しての1,300万円はある程度のまとまった金額となるため、これがARLに分配され、ARLの利用促進等の施策へ充当可能となれば、その金額の持つ意味は大きく異なる。

しかし、タイ国では、新メカニズムに対する決定は閣議でなされるため、運輸省レベルで排出削減効果の分配に関するコメントを得ることはできていない。また、SRKETも同様に公式に排出削減効果の分配に関するコメントは出していない。

(11) 環境十全性の確保:

環境面での好影響は、MRV方法論にも含めた道路の混雑緩和による大気汚染等の改善が大きい。道路の混雑緩和の効果は、継続的な道路交通量のモニタリングにより把握が可能である。また、大気汚染の改善効果はバンコク市内の大気汚染監視局により把握が可能である。環境面での悪影響は、ARL建設時の環境影響とARLの走行に伴う騒音が想定される。これらの環境影響は、環境影響評価の実施により適切に回避されている。

(12) 日本製技術の導入促進策:

MRTのハード面での他国との競争は非常に激しいものとなっている。一方で、ソフト面での日本製技術には優位性のある分野がある。

ソフト面で可能性のある施策は、鉄道駅へのアクセス性向上のためのバス路線網の改善、駅前広場の整備を含めた駅前再開発やソニーのFeliCaシステムによる共通利用化、2011年の洪水等の気象災害への対応策での日本のノウハウ活用が想定される。

(13) 今後の見込みと課題：

MRV 方法論を M-MAP 全体の MRT を対象として排出削減量を算定すると大きな排出削減量が見込まれる。しかし、これらの MRT を JCM/BOCM 化するためには、いくつかの課題が残されている。

- ・タイ国における JCM/BOCM の閣議承認
- ・鉄道会社による第三者検証に耐え得るデータ管理体制の整備

5. 持続可能な開発への貢献に関する調査結果

昨年度の調査では、MRT ネットワーク整備がバンコク首都圏の大気環境改善に大きなポテンシャルを有することを定量的に評価した。今年度調査では実際のモニタリング結果を利用して、対象路線の建設によってもたらされる大気汚染(NOx)削減効果の推計を行った。

モニタリング結果から算定した ARL 運行によって期待される NOx 削減効果は以下のとおりである。

リファレンス排出量 (t-NOx/年)	プロジェクト排出量 (t-NOx/年)	排出削減量 (t-NOx/年)
177.0	15.8	161.2