

「インドネシア・ジャカルタ並びにベトナム・ハノイ及びホーチミンにおける大量高速輸送機関(MRT)導入に関する新メカニズム実現可能性調査」

(調査実施団体:株式会社三菱総合研究所)

調査協力機関	丸紅(株)、PT. Indokoei International (インドネシア)、Transport Development and Strategy Institute (TDSI、ベトナム)、JICA																						
調査対象国・地域	インドネシア(ジャカルタ)、ベトナム(ハノイ及びホーチミン)																						
対象技術分野	交通																						
事業・活動の概要	都市交通をバイクや自動車、バス等の道路交通機関に依存しているジャカルタ、ハノイ、ホーチミンの3都市において、大量高速輸送システム(MRT: Mass Rapid Transit system) 4路線を導入するものである。 当該事業によるモーダルシフトにより、従前の道路交通機関におけるGHG排出が削減される。本調査では、この排出削減量試算やMRV手法構築等の検討を行う。																						
リファレンスシナリオ及びバウンダリの設定	リファレンスシナリオはBAUとする。この設定の考え方としては、MRT導入は巨額資金を要し、概して収益性の低い事業であること、MRTは高度な技術でありホスト国独自での実施は困難であること等を根拠としている。 バウンダリーは、①MRT路線、②MRT路線+端末交通、③MRT路線+端末交通+周辺道路交通、の3通りの考え方ができる。本調査における排出削減量試算では、データの得られた①を対象とした。																						
モニタリング手法・計画	正確性・信頼性を担保しつつ、ホスト国における実現可能性の高い手法を構築するよう留意し、排出削減量算定に用いる各パラメータのモニタリング方法を検討した。 削減量算定に際してキーとなるのは、リファレンスシナリオの交通量(PKM)と交通手段別シェアである。交通量については、1) MRT駅間OD表、2) 乗客アンケート調査、3) 既存調査より推計、の3通りの方法を想定した。交通手段別シェア(モーダルシェア)については、1) 既存PT調査の活用、2) 乗客アンケート調査、3) 交通量調査、の3通りを想定した。どの方法を採用し得るかは、対象路線で採用するチケットシステムや、既存調査の有無等に依存し、各オプションの精度評価については引き続き検討の必要がある。																						
GHG排出量及び削減量	<table border="1"> <thead> <tr> <th>(単位: tCO₂/年)</th> <th>リファレンス</th> <th>プロジェクト</th> <th>削減量</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>ハノイ1号線</td> <td>144,138</td> <td>30,473</td> <td>113,664</td> </tr> <tr> <td>ハノイ2号線</td> <td>135,016</td> <td>30,147</td> <td>104,869</td> </tr> <tr> <td>ホーチミン1号線</td> <td>135,925</td> <td>21,440</td> <td>114,485</td> </tr> <tr> <td>ジャカルタ南北線</td> <td>175,535</td> <td>59,967</td> <td>115,569</td> </tr> </tbody> </table>			(単位: tCO ₂ /年)	リファレンス	プロジェクト	削減量	ハノイ1号線	144,138	30,473	113,664	ハノイ2号線	135,016	30,147	104,869	ホーチミン1号線	135,925	21,440	114,485	ジャカルタ南北線	175,535	59,967	115,569
(単位: tCO ₂ /年)	リファレンス	プロジェクト	削減量																				
ハノイ1号線	144,138	30,473	113,664																				
ハノイ2号線	135,016	30,147	104,869																				
ホーチミン1号線	135,925	21,440	114,485																				
ジャカルタ南北線	175,535	59,967	115,569																				
排出削減効果の測定・報告・検証(MRV)手法	MRV手法の基本的な考え方として、ホスト国側の負担が少なく、かつ、必要レベルの信頼性を担保できるという双方を充足することが望ましい。 測定(M)に関しては、リファレンスシナリオにおける交通量(PKM)の推計方法の精度が削減量全体に大きな影響を及ぼすため、MRT駅間OD表、乗客アンケート調査、既存PT調査のいずれを活用する方法についても、詳細設計時に留意が必要である。 報告(R)は定期的に両国政府に対して実施されることが想定され、報告フォーマットの準備等が今後の課題である。また検証(V)は、																						

	事前には方法論に照らした適格性やモニタリング手法の妥当性、事後には方法論に則ったモニタリング・算定の実施を確認する。現地機関が検証を担うことを想定すると、キャパシティ・ビルディングが今後の課題である。
環境影響等	対象両国において環境影響評価は法制化されており、対象4路線に関する環境影響評価（EIA）は既に実施済みであり、各国省庁又は地方政府より承認を受けている。本事業実施により想定される環境好影響は、道路交通機関の削減に伴う大気汚染物質（NO _x 、CO、HC、PM）の削減である。一方で、建設に伴う煤煙・騒音やMRT運行に伴う振動等の影響が出る可能性はあるが、後述するコベネフィットや持続可能な開発への寄与等も考慮すれば効果的な事業であると考えられる。
資金計画	どの路線も1,400億円～2,500億円程度の投資を要し、うち8割程度を円借款にて調達予定である。
日本技術の導入可能性	MRT導入に当たっては、①土木、②鉄道車両、③E&M（信号、通信、電化等）等に分けての入札実施が一般的であるが、②や③のうち信号システムや券売機システムについては、日本技術の性能や安全性は世界最高水準であり優位性がある。また、円借款については、融資対象総額の30%以上について日本技術等を採用することが条件とされている点も優位となる要素である。
「コベネフィット」効果 （ローカルな環境問題の改善の 効果）	コベネフィット定量評価マニュアルによれば、本事業についてはNO _x 排出量の評価が推奨されている。輸送手段別に、走行距離×距離当たりNO _x 排出係数で算出した対象4路線のNO _x 排出削減量試算値は、約503～667tNO ₂ /年となった。
ホスト国における持続可能な開 発への寄与	対象3都市では公共交通機関が未発達であり、自動車交通への依存度が高く、また都市人口も急増しており、現状の交通体系のままでは持続可能な開発を進めることは困難である。このため都市部でのMRT整備による効率的輸送体系構築は不可欠であり、下記のような便益をもたらすと想定される。 <ul style="list-style-type: none"> ・交通混雑による時間浪費に伴う経済的損失の削減 ・交通事故削減 ・渋滞緩和による走行経費削減 ・増加する交通需要への対応 ・大気汚染削減（既述）

調査名「インドネシア・ジャカルタ並びにベトナム・ハノイ及びホーチミンにおける大量高速輸送機関(MRT)導入に関する新メカニズム実現可能性調査」

株式会社 三菱総合研究所

1. 調査実施体制：

- ・ 丸紅株式会社…主に事業の普及可能性及び経済性の調査及び現地関係者（関係省庁、事業主体、現地コンサル会社）との調整を担当。
- ・ Transport Development and Strategy Institute (TDSI) …ベトナム運輸省管轄下の研究機関。ベトナムにおける関連データ収集、交通量及びアンケート調査を担当。
- ・ PT. Indokoei International (Indokoei) …インドネシアにおける関連データ収集等を担当。
- ・ 国際協力機構 (JICA) …都市交通調査及び調査対象事業の開発調査それぞれのデータ、情報の提供。

2. 事業・活動の概要：

(1) 事業・活動の内容：

本事業は、都市交通をバイクや自動車、バス等の交通機関に依存しているジャカルタ、ハノイ、ホーチミンの3都市において、大量高速輸送システム（MRT：Mass Rapid Transit system）を導入するものである。当該事業によるモーダルシフトの促進により、従前の交通機関におけるGHG排出量が削減されると考えられる。

事業概要は次表の通りである。本事業は本邦技術活用条件にて円借款の供与が決定していることから、事業実施にあたり、日本の技術の導入が見込まれる。

	ハノイ		ホーチミン	ジャカルタ
プロジェクト	ハノイ市都市鉄道1号線	ハノイ市都市鉄道2号線	ホーチミン市都市鉄道1号線	ジャカルタ都市高速鉄道 南北線
事業主	ベトナム鉄道総公社 (RPMU)	ハノイ市人民委員会 ハノイ都市交通委員会 (HRB)	ホーチミン市人民委員会、 ホーチミン市都市鉄道管理委員会 (MAUR)	ジャカルタ特別州 (運営主体として PT. MRT JAKARTA を設立)
関係省庁	ベトナム交通運輸省	ベトナム交通運輸省	ベトナム交通運輸省	運輸通信省鉄道総局
工期	2013年～2017年 (第二期完工2020年)	2013年～2017年	2012年～2016年末	2013年～2016年末 (第二期完工2018年)
概要	全長 28km 全 16 駅	全長 27.7km (うち地下区間 14.5km) 全 16 駅	全長 19.7km (うち地下区間 2.6km) 全 14 駅 (高架 11、地下 3 駅)	全長 23.2km (うち地下区間 6km) 全 21 駅 (高架 7、地上 1、地下 13 駅)

(2) ホスト国における状況：

新メカニズムに対する考え方

インドネシア・ベトナム両国は新メカニズムの重点国として公式な合意が政府間で締結されており、政府への浸透度は高い。今年度多くのF/S調査が実施されていることから、各カウンターパートの認識も高まりつつある。ただし、政府間あるいは国連で具体的な内容が決まっていなため、各カウンターパートの関心は、今のところ、

日本の技術や事業そのものにあるといった様子である。

交通分野の状況と気候変動政策

発展途上国の大都市においては、経済成長や都市部への人口集中に伴って道路交通量は増加の一途をたどっている。これに伴い、交通渋滞による経済損失とともに、大気汚染の悪化や温室効果ガス（GHG）排出量の増加といった、地球環境への影響も多いに懸念されている。特にジャカルタ、ハノイ、ホーチミンはバス以外の都市公共交通機関がないことから、こうした交通問題は喫緊の課題となっており、両国の開発計画においても改善策として MRT 導入プロジェクト（本事業）が推進されている。

ホスト国における現時点の NAMA に関わる検討状況と交通分野の位置づけは、以下の通りである。

表 NAMA における交通分野の位置づけ

国	交通分野の取扱
ベトナム ¹	NAMA に関する文書を国連に未だ提出していない。 2011 年 6 月の AWG-LCA における発表資料によれば、28 の気候変動緩和活動（エネルギー分野 15 件、農業分野 5 件、LULUCF8 件）を特定し、合計 3,270MtCO ₂ e 削減が可能としている。
インドネシア ²	2020 年までに自国のみで 26%削減、国際的な支援を受けて更に 41%まで削減、との目標を設定しており、「低排出型交通モードへの転換」を含む NAMA の実施により 26%削減目標達成を目指すとしている。

(3) 新メカニズムとしての適格性：

適格性は、二国間オフセット・クレジット制度（BOCM）による排出削減クレジットが認められるためのプロジェクトの条件を定義する。BOCM の制度として統一的に適用される適格性と、セクターごとに適用される適格性があるべきと考え、以下では 2 つに分けて提案する。

BOCM では、特に先進的な低炭素技術（ハード/ソフト）の導入による温室効果ガスの削減が積極的に評価されるべきと考える。評価の方法としては、例えばその国の技術と対策で実現可能なレベルである、「途上国における国別の適切な緩和行動（NAMA）」をリファレンスシナリオとし、NAMA だけでは実現できなかった、資金面・技術面で国際的な支援を受けて実現したプロジェクトからクレジットが発生すると考えるのも 1 つの方法である。

本案件について評価してみると、資金面からも技術面からも適格性があると言える。

- ・ 資金面： 本件は、日本の技術を活用する場合には円借款が供与される。つまり外国資本が入らなければ MRT 導入は実現されない。
- ・ 技術面： 本件は高度な技術を要するため、資金と共に海外技術の活用を前提としていることから、ホスト国独自の実施は困難である。

次に交通分野における適格性について検討する。資金面の評価方法の 1 つは、クレ

¹

http://unfccc.int/files/meetings/ad_hoc_working_groups/lca/application/pdf/vietnam_presentation_to_workshop_on_nationaly_appropriate_mitigation_actions_submitted_by_developing_country_parties.pdf

² :DNPI (2011)、"DNPI Green Review on REDD+"、環境省・OECC (2011)、"新メカ EXPRESS (2011 年 2 月号)"

ジットの収入が O&M 費用の一定割合を占めるかどうかを基準とする方法である。技術面で評価するとすれば、効率のベンチマークを設定する方法やその技術の普及度を評価する方法、エネルギー効率の高い車両や設備をポジティブリスト化する方法等が考えられる。

ODAとの関係

本件は、JICA による開発調査が実施済みであり、日本の技術を活用する場合には円借款の供与が決定している。BOCM では既存のプロジェクトを対象とすることは必ずしも否定されるものではない。ただし、GHG 排出削減を主目的とせずに形成されたプロジェクトについては、GHG 排出削減の観点からプロジェクトの適格性を再評価する必要がある。

(4) 事業・活動の普及方策について：

MRT 導入には多額の資金を必要とする為、事業の実施には日本の円借款や国際機関、他の先進国からの資金援助によるファイナンススキームの構築が重要なポイントになる。調査対象事業は、いずれも本邦技術活用条件（STEP）という切り口から低利の円借款を供与することが決定しており、事業の実現性向上と日本技術の輸出促進の両方に効果がある方策であると考えられる。

3. 調査の内容：

(1) 調査課題：

MRT 輸送の導入のために利用可能な既存の CDM 方法論としては ACM0016 があるが、これを利用したプロジェクト登録件数は 4 件、提案件数も 13 件に過ぎない（うち MRT 導入は 10 件）。2009 年 10 月に採択された比較的新しい方法論であることを考慮しても、利用頻度は少ないと言える。この要因として、毎年、乗客へのアンケート調査を実施しなければならないことや追加性の立証の煩雑さが、CDM としての実施を躊躇させていることが考えられる。

ここでは、BOCM の方法論として、CDM の現状を踏まえ、定期的・継続的に更新される統計を調査し、導入する MRT プロジェクトにおける事業者が収集可能なデータを把握し、「事業者の負担の少ない」方法論を検討した。主な検討課題は、以下の通りである。

- ・ バウンダリに端末交通を含めるか。
- ・ MRT 導入による周辺道路における交通量変化をどのように取り扱うか。
- ・ 定量化に必要なデータの入手の難易度や継続性、データの精度を考慮した方法論の提案。方法論の信頼性を保ちつつ排出削減量の算出方法を現実的なものとする方向で検討する。

(2) 調査内容：

方法論の信頼性の観点からみると、端末交通はバウンダリに含める必要がある。しかし、バウンダリに含める際には、アンケート調査を実施せざるを得ない可能性が高く、必要有無について検討が必要である。

また、対象事業（ここでは MRT）が無かった際、周辺道路における交通量が増加しない可能性があるため、実際の利用者から MRT 導入による周辺道路における交通量増分を除く方法の検討が必要である。例えば、MRT 導入前／後において、MRT 路線周辺道路における交通量調査の実施等が考えられる。ただし、端末交通や周辺道路

における交通は、実現可能性（モニタリングコスト低減）の観点から、削減量に大きな影響を及ぼさない場合は算定対象外とする、又は、一定割合を削減量から差し引く等の措置が望ましい。

なお、排出削減量に最も大きな影響を及ぼすリファレンスシナリオにおける交通量の把握方法としては、既存資料（パーソントリップ調査（以下、PT 調査）を含む）の活用を前提としつつ、「継続性」に配慮しつつも、「信頼性」の高い結果を得るための方法論が必要との観点から調査・検討を行った結果、オプション案は次の通りである。

- オプション1 MRT 駅間 OD 表を活用する方法
- オプション2 簡易的なアンケートの実施
- オプション3 既存調査を補正する方法

4. 新メカニズム事業・活動の実現可能性に関する調査結果：

(1) 事業・活動の実施による排出削減効果：

本プロジェクトは、既存交通手段（自家用車やバイク、バス等）の利用者の一部が、本プロジェクトで導入する、一度に多くの人を効率的に輸送できる MRT 利用に転換することで、各交通手段によるエネルギー消費量が削減され、それらに起因する CO2 の排出量が削減されるものである。

本方法論において算定対象とすべき交通は、次図の通り、(A) MRT、(B) MRT の端末交通、(C) 周辺道路における交通、に分けることができる。これらのうちどこまでを算定対象とするかに応じて、3つオプションが想定される。

- オプション①： 算定対象 (A)
- オプション②： 算定対象 (A) + (B)
- オプション③： 算定対象 (A) + (B) + (C)

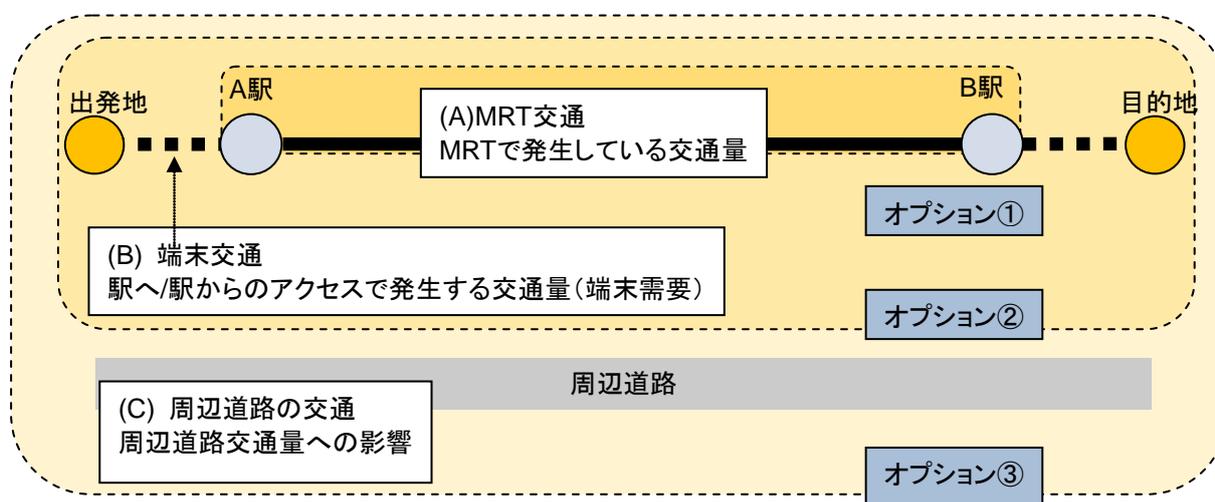


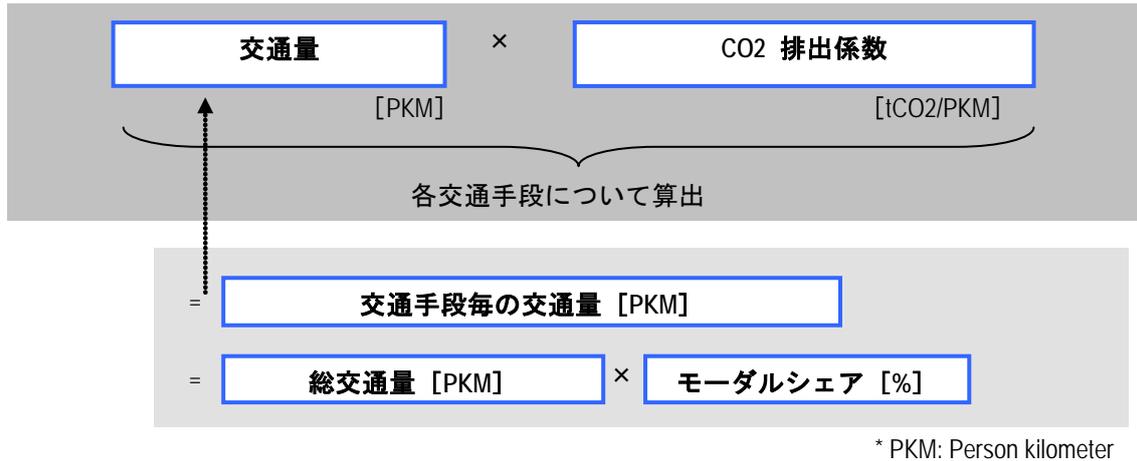
図 算定対象の考え方

MRT の乗客が、MRT が無かった場合に、MRT 乗車区間において、使用していたであろう交通手段利用に伴う排出量 (= 上図 (A) のリファレンス排出量) の算定方法が、最も重要かつ困難な点である。

基本的な算定方法の考え方は、

リファレンスシナリオの交通手段による交通量[PKM]×その原単位[tCO2/PKM]である。交通量については、その把握方法によって総交通量にモダルシェアを乗

じて算定するオプションも考えられる。



上記リファレンス排出量のうち最も影響の大きい「交通量」について、ホスト国におけるデータ入手状況等を考慮して次表にあげる3つのオプションを提案する。

表 交通量の算定オプション

オプション	概要	備考
①MRT 駅間 OD 表を利用	MRT 駅間 OD 表 ³ より 駅間移動人数を把握して、交通量を算出。 総交通量 [PKM] = Σ (駅間移動人数 [人] × 駅間距離 [キロ])	Suica 等の IC カードを導入する場合は容易に OD 表作成可能。
②乗客アンケート調査	MRT 乗客の MRT が無い場合の交通手段や出発地・目的地等をアンケート調査で把握して、交通手段毎の交通量を算出。	CDM と類似方法であり、コストがかかる。ただ、端末交通を算定対象に含める場合は、アンケート調査が必須となる可能性が高いため、同時に実施すればよい。
③既存 PT 調査より推計	既存 PT 調査 ⁴ を人口や MRT 乗客数等で補正することにより、MRT 駅間 OD 表を作成し、交通量を算出。(補正には、発生原単位および集中原単位を用いる方法が想定される。)	PT 調査は毎年実施されるものではないため、補正が不可欠。補正に利用する、各地域の居住人口や昼間人口等の統計データが、利用可能である必要がある。

なお、算定方法はどの算定対象を採るかで異なる。次図に算定方法オプションを示す。(図中の赤字は今後の課題を示す。)

³ OD 表…Origin-Destination Table。ゾーン間の（ある出発地からある目的地への）交通の移動量を表（行列）形式で表現したものをいう。

⁴ PT 調査…Person Trip 調査。一定の調査対象地域内において「人の動き」（パーソントリップ）を調べるもの。「トリップ (Trip)」は、ある目的（例えば、出勤や買物など）を持って起点から終点へ移動する際の、一方向の移動を表す概念であり、同時にその移動を定量的に表現する際の単位。

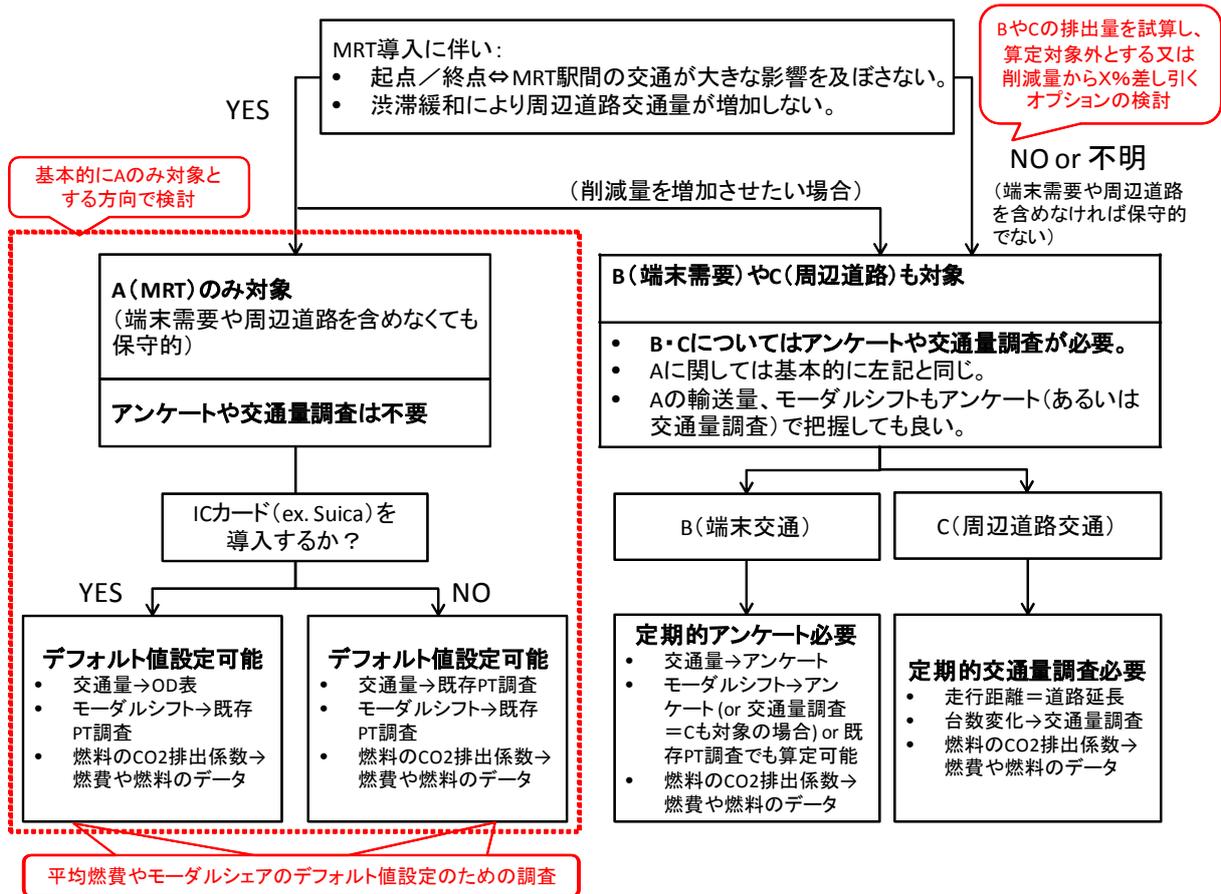


図 算定方法オプション

(2) リファレンスシナリオ及びバウンダリの設定：

リファレンスシナリオを決定付けるための視点として、次表に示す資金、政策、慣行、技術の4つで整理した。

また、バウンダリの設定については、「算定対象の考え方」の図の通り下記3パターンが想定される。

- オプション①： MRT
- オプション②： MRT+ 端末交通
- オプション③： MRT+ 端末交通+ 周辺道路における交通

表 MRT 導入プロジェクトのリファレンスシナリオの考え方

視点	考え方	本件への適用
資金	収益性： 概して収益性の低いプロジェクト種類であるため、一定条件を満たす MRT 新規導入については適格であると認め、MRT が導入されない=リファレンスシナリオと見なす。	一定条件を満たせば、本件のリファレンスシナリオは「MRT が導入されない」となる。
	資金調達： 外国資本が入らなければ MRT 導入は実現されないことを以って、MRT が導入されない=リファレンスシナリオと見なす。 (ただし、外国資本活用案件の中でも一定条件を課す等の検討が必要)	本件は円借款の供与が決定しているため、リファレンスシナリオは「MRT が導入されない」となる。 (ただし、左記の通り条件に依る)
政策	マスタープラン： 対象 MRT 路線はマスタープランに掲載されてい	リファレンスシナリオには影響を及ぼ

	るが、必ずしも MRT 導入がリファレンスシナリオではなく、マスタープランへの位置づけ有無はリファレンスシナリオの同定に影響を及ぼさない。	さない。
	NAMA : MRT 導入プロジェクトが本 F/S 調査対象国において NAMA として位置づけられるかは不明であるが、NAMA 活動を新メカニズムの対象とするか否かは政策的判断に委ねられる。	リファレンスシナリオに影響を及ぼすか否かは、政策的判断に委ねられる。
慣行	例えば「同一都市内に MRT が存在しないこと」を適格性要件として設定し、当該条件を満たす場合は、MRT が導入されない＝リファレンスシナリオと見なす。	対象3都市に既存 MRT システムはなく「同一都市内に MRT が存在しない」条件を満たすため、リファレンスシナリオは「MRT が導入されない」となる。
技術	MRT が高度な技術であるがために、ホスト国単独での実施は困難であることを以って、追加的な排出削減であると捉え、MRT が導入されない＝リファレンスシナリオと見なす。 (ただし、高度な技術の特定等についてはさらなる検討必要。)	MRT は高度な技術であり、ホスト国単独での実施は困難であるため、リファレンスシナリオは「MRT が導入されない」となる。

(3) モニタリング手法・計画：

モニタリング手法の構築に際しては、ホスト国における実現可能性を考慮することが重要であるが、一方で正確性・信頼性を一定水準以上に保つ必要がある。

次表にリファレンス排出量の算定に用いるパラメータについて、モニタリング方法及び頻度を示す。プロジェクト排出量については、MRT 運行に伴う電力消費量のモニタリングが必要である。

表 モニタリング方法一覧(リファレンス排出量)

パラメータ	モニタリング方法	頻度	備考
輸送手段毎の交通量 [PKM]			
1) 輸送手段毎のトリップ数 [人回] × 移動距離 [km]			
輸送手段毎のトリップ数 [人回]	1) アンケート結果	②アンケート MRT 乗客に対して乗降車駅及び交通手段を質問	年 1 回 サンプル調査
	2) 既存調査結果の補正值	③既存 PT 各区画間のトリップ数を MRT 乗客数等で補正	開始時 1 回 既存調査利用
移動距離 [km]	1) 駅間距離	②アンケート MRT の各駅間の距離を路線図等から把握	開始時 1 回 固定値
	2) 地点間距離	②アンケート(端末交通含む場合) 出発・目的地間の距離を地図等から把握	アンケート実施 毎 サンプル調査
	3) メッシュ間距離	③既存 PT 各区画(メッシュ)の中心間距離を算出	開始時 1 回 既存調査利用
2) 総トリップ数 [人回] × 移動距離 [km] × モーダルシェア [%]			
総トリップ数 [人回]	1) MRT 各駅の乗降車数	①OD 表 Suica 等の IC カードにより全乗客の乗降車駅を記録	随時(集計は年 1 回) 実測
移動距離 [km]	1) 駅間距離	①OD 表 MRT の各駅間の距離を路線図等から把握	開始時 1 回 固定値
モーダルシェア [%]	1) 既存 PT 調査結果	MRT 路線を含む区画(メッシュ)のモーダルシェア	開始時 1 回 既存調査利用
	2) アンケート結果	アンケートで得られた MRT 無い場合の交通手段のシェア	年 1 回 サンプル調査

	3) 交通量調査結果	交通量調査で得られた通過台数シェア	年1回	サンプル調査
CO2 排出係数 [tCO2/PKM]				
燃料種別 CO2 原単位	IPCC 等より把握		開始時 1 回	デフォルト
平均燃費	1) 平均燃費	既存調査等より把握	開始時 1 回	デフォルト
	2) 燃料消費量	バス会社データ	年 1 回	実測
平均乗車人数	2) 走行距離	バス会社データ	年 1 回	実測
	1) 平均乗車人数	既存調査等より把握	開始時 1 回	デフォルト
	2) 総乗車人数	バス会社データ	年 1 回	実測

(4) 温室効果ガス排出量及び削減量：

対象 4 路線のいずれについても、前述の算定対象オプション① (MRT 路線区間のみを対象) の条件下で推計を行う。

リファレンス排出量 (MRT の乗客が、MRT が無かった場合に、MRT 乗車区間において、使用していたであろう交通手段利用に伴う排出量) については、各路線における駅間 OD 表からの総交通量 (PKM) を求め、MRT 路線導入がなかった場合に想定されるモーダルシェア (バス・バイク・車を想定) を乗じて算定を行う。本調査では、現地 MRT プロジェクト実施主体による需要予測に基づく駅間 OD 表又は駅乗降客数の推計値を用いた。

一方、プロジェクト排出量については、ハノイ 1 号線における路線敷設キロあたりの一年の電力消費量を参考として、ベトナム各路線の敷設距離に応じた排出量を推計した。ジャカルタは独自の値を用いている。

推計結果及び前提条件は次表の通りである。

表 各路線の削減量推計値と前提条件

ハノイ 1 号線 (2030 年)	リファレンス排出量	144,138 tCO2/年	プロジェクト排出量	30,473 tCO2/年	排出削減量	113,664 tCO2/年
	推計における仮定等 2030 年時点で、運行距離 28.0km(全 16 駅)、総利用者数 543,772 人/日を想定。 MRT によって代替される交通手段のシェア (人キロベース) は、バス 21.9%、バイク 50.9%、車 27.2%と想定。 運行距離あたりの年間消費電力量は、2,339MWh/km/year。(ベトナム鉄道総公社 (VNR) より)					
ハノイ 2 号線 (2020 年)	リファレンス排出量	135,016 tCO2/年	プロジェクト排出量	30,147 tCO2/年	排出削減量	104,869 tCO2/年
	推計における仮定等 2020 年時点で、運行距離 27.7km(全 16 駅)、総利用者数 535,000 人/日を想定。 MRT によって代替される交通手段のシェア (人キロベース) は、バス 21.9%、バイク 50.9%、車 27.2%と想定。 運行距離あたりの年間消費電力量はハノイ 1 号線と同じと仮定した。					
ホーチミン 1 号線 (2020 年)	リファレンス排出量	135,925 tCO2/年	プロジェクト排出量	21,440 tCO2/年	排出削減量	114,485 tCO2/年
	推計における仮定等 2020 年時点で、運行距離 19.7km(全 14 駅)、総利用者数 620,000 人/日を想定。 MRT によって代替される交通手段のシェア (人キロ) は、バス 7.3%、バイク 89.9%、車 2.8%と想定。 運行距離あたりの年間消費電力量はハノイ 1 号線と同じと想定した。					
ジャカルタ南 北線 (2037 年)	リファレンス排出量	175,535 tCO2/年	プロジェクト排出量	59,967 tCO2/年	排出削減量	115,569 tCO2/年
	推計における仮定等 2037 年時点で、運行距離 23.3km(全 21 駅)、総利用者数 629,900 人/日を想定。 MRT によって代替される交通手段のシェア (人キロベース) は、バス 24.2%、バイク 52.5%、車 23.3%と想定。 運行距離あたりの年間消費電力量は 3,016MWh/year である					

(5) 排出削減効果の測定・報告・検証（MRV）手法：

MRV 手法の基本的な考え方として、ホスト国側の負担が少なく、かつ、必要レベルの信頼性を担保できるという双方を充足することが望ましい。この前提を踏まえつつ、M（測定）、R（報告）、V（検証）のそれぞれについて考え方を示す。

①測定（M）

「(3) モニタリング手法・計画」に記載した通り、排出削減量の算定に使用する各パラメータのモニタリング方法は、実測、サンプル調査、既存調査の補正、固定値、デフォルト値の5通りに分類される。

- ・実測・・・実測するパラメータは、駅間OD表、電力購買量、燃料購入量等である。特に駅間OD表については検討すべきである。精度は、導入されるチケットシステムの精度に依存する。現時点で対象路線のチケットシステムは未定であるため、その詳細が判明した後精度について検討する必要がある。SuicaのようなICカードシステムを導入さえすれば、駅間OD表の取得は容易に行えると想定されることから、MRT運営主体が担当可能であると想定される。
- ・サンプル調査・・・MRT乗客へのアンケート調査、及び、MRT路線周辺道路における交通量調査の2種類がある。これら調査に基づくデータの精度は、調査詳細設計に依存することとなるが、プロジェクト実施者の負担が非常に大きく実行可能性の乏しい方法とならないよう、精度とコストのバランスが重要である。
- ・既存調査の補正・・・PT調査の結果の利用は、交通量、移動距離、モーダルシェア等への適応が該当するが、これらの精度はPT調査のゾーン粒度、調査時期、補正方法等に依存すると考えられる。これらは継続検討が必要である。
- ・固定値・・・MRT駅間距離等が該当するが、設計値の利用が可能であるが、オンライン地図でダブルチェックする等して確認することで精度を保つことができる。また、固定値のため、モニタリングコストを低減できる。
- ・デフォルト値・・・系統電力CO₂ 原単位、燃料種別CO₂ 原単位、平均燃費等がこれに該当するが、方法論承認時点で決定するため、個々のプロジェクトにおいて精度の問題は生じない。また、制度側で定めた値を利用できるため、ホスト国側の受容性は高いと考えられる。

②報告（R）

上記モニタリング結果を用いて、排出削減量を算定し、報告を行う。

報告頻度としては、定期的に報告を行うことが望ましいとの観点から、例えば年1回程度とする案と、CDMと同様にクレジットを発行したいタイミングで報告を行う案が想定される。

ホスト国政府及び日本政府の双方に対して、ホスト国側のプロジェクト実施者、又は、日本側の実施者が報告する体制が想定される。報告コストの低減等の観点から、例えば全方法論共通部分と個別方法論特有部分とに分かれた報告フォーマットを準備する等が必要と考えられる。

③検証（V）

検証に関しては、プロジェクト実施の事前・事後の双方における実施の必要性が

考えられる。

プロジェクト実施前については、適用する方法論に則って、新メカニズムとしての適格性や想定しているモニタリング方法の妥当性等を確認する。また、プロジェクト実施後については、承認された方法論に則ったモニタリング及び算定が行われているかを確認する。

検証機関は、コスト低減等の観点からホスト国の機関が担当するのが望ましいが、特に交通分野では分野特有の知見と GHG 検証の技量の双方を有する機関は希少であると考えられるため、日本の支援によるキャパシティ・ビルディングが必要であろう。

これら MRV 手法については、極力既存データ（統計調査等）の活用、通常の運行管理の一貫として（又は、通常業務に付随して）実施、という点を考慮して構築したため、ホスト国における受容性は高いと考えられる。このようなホスト国側のプロジェクト実施者の負担軽減の一方で、一定水準以上の信頼性を担保するという観点も重要である。

(6) 環境十全性の確保：

現地国側で環境影響評価は法制化されており、ベトナムでは環境保護法により環境影響が大きいと想定される一定の事業に対しては、環境影響評価（EIA）が義務付けられている。これを受けて本調査対象事業のうちハノイ 1 号線については 2007 年 12 月に天然資源環境省より、2 号線については 2008 年 2 月にハノイ市天然資源環境局より EIA 報告書の承認を受けている。またホーチミン 1 号線については 2006 年 11 月に天然資源環境省より EIA 報告書の承認を受けている。

インドネシアでも環境影響評価制度が法により定められおり、本調査対象事業についてはそのうち 1 期分に対してすでに 2005 年 8 月にジャカルタ特別州政府の環境管理局（BPLHD）より環境影響評価（EIA）報告書の承認を受けている。

各事業での環境影響評価結果から見ると、温暖化以外の環境面での影響としては、以下が考えられる（社会的側面を除く）。

<好影響>

- ・大気汚染物質の削減（NO_x, CO, HC, PM）

<悪影響>

- ・建設に伴う煤煙、周囲への騒音・振動、交通渋滞の発生
- ・運行に伴う周囲への騒音・振動

上記の悪影響についてはいずれも対策（防音壁の設置、工事時間の制限等）が講じられており、環境十全性の観点からは本プロジェクトの実施に当たり大きな懸念は存在しない。

(7) その他の間接影響：

当該事業の実施にあたり土地収用、住民移転の問題が生じる。これは敷設対象地域に居住する住民に対して悪影響を与え得るものであるが、他方で土地収用が進まないことが工期の遅れや費用の高騰を招いている側面もある。この問題については、土地収用の状況や住民移転に対する補償の実施状況をホスト国関係機関にヒアリングしたところ、ベトナム、インドネシア共に、土地収用においては、各地方自治体が土地収用計画を策定し、関係省庁より承認を取得した後、各地方自治体にて、土

地収用を進めていくプロセスとなっている。基本的に基本設計が完成したのち、その基本設計に基づき、土地収用計画が策定される。

各案件では、現状、正しいプロセスおよび法制度のもと、土地収用作業が進められている。

(8) 利害関係者のコメント：

本調査は、当該 MRT 事業の実施そのものに対するフィージビリティを調査するものではなく、MRT 導入における GHG 削減効果の定量的な測定方法を検討するものである。したがって、係る調査内容に対する利害関係者としては、ホスト国関係省庁、事業実施主体及びファイナンスのドナーである JICA 殿が想定される。

これら利害関係者を複数回訪問し、彼らに対して、二国間オフセット・クレジット制度について説明を行うと共に、本調査結果を報告した。本調査の対象国は政府間協議の進捗が比較的早いベトナム及びインドネシアを対象としていることもあり、ホスト国関係省庁の理解度は高く、肯定的な意見を得た。MRT 事業実施主体についても、二国間オフセット・クレジット制度の MRT 事業への適用に関するセミナーの開催を希望する等関心は高く、今後の調査継続に対して高い期待が寄せられている状況である。

(9) 事業・活動の実施体制：

当該事業の実施体制は次図の通りである。

MRT の実施主体は、各都市の地方自治体や自治体が設立した事業体が担うことが一般的である。

MRT 導入には、計画立案の前提となる都市交通調査の段階から多額の資金を必要とする為、MRT の普及拡大にあたっては日本の円借款や国際機関、他の先進国からの資金援助などファイナンススキームの組成が重要となる。

EPC の入札においてはスコープ毎に区分して入札を実施するケースが一般的であり、土木建設関係のスコープにはコスト優位性の観点から現地の建設会社が参画するケースが多く、日本企業を初めとする外国企業は、車両・E&M といった先進国の技術優位性を活用出来るスコープを中心に参画するケースが多い。

一般的な実施体制スキーム		ハノイ		ホーチミン	ジャカルタ
MRT プロジェクト	プロジェクト	ハノイ市都市鉄道 1 号線	ハノイ市都市鉄道 2 号線	ホーチミン市都市鉄道 1 号線	ジャカルタ都市高速鉄道南北線
運輸省等	関係省庁	ベトナム交通運輸省	ベトナム交通運輸省	ベトナム交通運輸省	運輸通信省鉄道総局
各都市の自治体 /MRT事業体	事業主	ベトナム鉄道総公社 (RPMU)	ハノイ人民委員会 (HRB)	ホーチミン市都市鉄道管理委員会 (MAUR)	ジャカルタ特別州 (運営主体として PT. MRT JAKARTA を設立)
ODA /政府資	資金源	第一期:円借 80%, 政府資金 20% 第二期:円借予定	第一期:円 84.3% 政府資金 15.7% 第二期:円借予定	円借 83%, 政府資金 17%	第一期:円借 83% 政府資金 17% 第二期:円借予定
EPC	事業形態	EPC (BOQ) O&M:事業主	EPC (Design&Build) O&M:事業主	EPC (Design&Build) O&M:コンストラクター (5年間)	EPC (Design&Build) O&M:事業主

夫々のスコープ毎にEPC入札を行うことが一般的な調達方法である。

土木	鉄道車両	E & M
----	------	-------

本邦企業はコンソーシアムを組成して応札に臨むことが一般的である。

商社	総合・車両メーカー	エンジニア会社	設備機器メーカー	ゼネコン・建設会社
----	-----------	---------	----------	-----------

(10) 資金計画 :

当該事業実施に必要な投資総額は次表の通りであり、いずれも必要資金の 8 割弱を円借款にて調達する。

	ハノイ		ホーチミン	ジャカルタ
プロジェクト	ハノイ市都市鉄道 1 号線	ハノイ市都市鉄道 2 号線	ホーチミン市都市鉄道 1 号線	ジャカルタ都市高速鉄道南北線
投資総額	約 1,600 億円 (第一期)	約 1,500 億円 (第一期)	約 2,400 億円	約 1,421 億円 (第一期)
資金源	第一期:円借 80%、政府資金 20% 第二期:円借予定	第一期:円借 84.3%、政府資金 15.7% 第二期:円借予定	円借 83%、政府資金 17%	第一期:円借 83%、政府資金 17% 第二期:円借予定
L/A (Loan-Agreement)	Engineering-Service : 2008/3 (4,683 百万円) 本体工事:ローン供与予定	Engineering-Service& 本体工事: 2009/3 (14,688 百万円) 本体工事:ローン継続	Engineering-Service& 本体工事: 2007/3 (20,887 百万円) 本体工事:ローン継続	Engineering-Service : 2006/11 (1,869 百万円) 本体工事:2009/3 (48,150 百万円) ローン継続
EIRR	10.64%	(TBA)	約 20%	7.38%
FIRR	0.28%	(TBA)	約 4%	1.99%
EIRR/FIRR の出典	Report of feasibility study Hanoi elevated railway project		ホーチミン都市交計画調査 (HOUTRANS)	JICA 事業事前評価表

(11) 日本製技術の導入促進方策：

MRT 導入に当たっては、大まかに (1)土木、(2)鉄道車両、(3)E&M(Electrical & Mechanical：信号、通信、電化等) といたスコープに分けて入札が実施されることが一般的である。このうち(2)鉄道車両、(3)E&Mのうち信号システムや券売機システムについては、日本の技術及び運営ノウハウは世界最高水準の技術力や安全性を誇っている。また調査対象事業はいずれも円借款の供与が決定しているが、融資対象総額の 30%以上を本邦資機材・役務とすることを定めた本邦技術活用条件(STEP)が付帯されていることから、上記(2)、(3)のスコープに日本の技術が導入される可能性は高いと考えられる。

自動料金課金システムについては、ホスト国側にとって、自動料金課金システムからのデータ収集によるデータ活用（OD テーブルの作成）、および、データ活用によるサイドビジネスへの発展の可能性があり、ホスト国側からも期待されている。

(12) 今後の見込みと課題：

本 F/S 調査対象 4 路線の開業予定は次表の通りである。

	ハノイ		ホーチミン	ジャカルタ
1 プロジェクト	ハノイ市都市鉄道 1 号線	ハノイ市都市鉄道 2 号線	ホーチミン市都市鉄道 1 号線	ジャカルタ都市高速鉄道南北線
2 稼動開始時期(見込み)	2018 年	2018 年	2017 年	2017 年
3 課題	①土地収用 ②予算確保 (予算の高騰) ③設計リスク	①土地収用 ②予算確保 (予算の高騰) ③設計リスク	①予算確保 (予算の高騰) ②設計リスク	①土地収用 ②予算確保 (予算の高騰) ③設計リスク
4 方策	<p>【土地収用】： 基本的にホスト国側の課題となるが、コンストラクター側にとって、入札・工期に影響出ぬよう、注視の必要が有る。</p> <p>【予算確保（予算の高騰）】： 入札・工期の遅れが、予算（建設資材）の高騰に繋がるケースが想定される。都度状況の注視が必要。</p> <p>【設計リスク】： 基本設計・詳細設計からの変更対応、不備不足の補填等、コンストラクター側がカバー出来ないケースが想定され、ホスト国との交渉対応、コンストラクター側の強固なコンソーシアム組成が必要となる。</p>			

【事業性に関する見込みと課題】

事業自体については、一般的な土地収用、予算確保、設計リスクが挙げられ、特段の問題点は無いためである。各案件の見通しとしては、以下の通りである。

- ・ ハノイ市都市鉄道 1 号線： 2012 年初頭ごろより整地から順次 PQ 公示が行われ、その後、E&M システム、車両が順次 PQ 公示となる見通し。スケジュールに影響を与えそうな要因として土地収用、予算の高騰が挙げられる。
- ・ ハノイ市都市鉄道 2 号線： 現在基本設計中であり、ハノイ 1 号線と同時期に PQ、本入札となる見通し。
- ・ ホーチミン市都市鉄道 1 号線： 2012 年 5 月頃には客先と受注者間で工事契約が調印される見通し。
- ・ ジャカルタ都市高速鉄道南北線： 2012 年 1 月の土木公示の入札公示に続いて、2012 年初頭に E&M の PQ が発表される見通し。

【新メカニズム事業・活動の実現可能性に関する課題】

本来、MRT 整備は、MRT の持つ大量輸送と速達性、定時性という性質を活かし、

都市内の移動利便性を高め、都市経済の円滑で、かつ持続的な発展をもたらすために行われるものである。そして、本調査で対象としたハノイやホーチミン、ジャカルタのように、自動車交通の混雑が激しい都市においては、自動車交通からのモーダルシフトを促し、渋滞緩和を図り、その結果として、排気ガスによる大気汚染の削減を目指していくこととなる。ただし、グローバル化した経済のもと、都市の持続的な発展を目指していくためには、地球規模での持続的な発展が必要不可欠であり、地球規模での対策が必要となっている GHG 排出量の削減は、これらの都市でも必要不可欠であると考えられる。

今年度検討を行った結果、二国間クレジットの方法論の検討と二国間オフセット・クレジット制度化にあたり、既述のように、次の3点に課題があると考えられる。

- MRT 実施主体との継続的な協力体制の構築(二国間オフセット・クレジット制度化 FF09)
- 方法論詳細の精査（方法論の検討）
- クレジット配分の考え方（方法論の検討）

MRT実施主体との継続的な協力体制の構築（二国間オフセット・クレジット制度化）

ベトナム及びインドネシア両国の MRT 実施主体は、二国間オフセット・クレジット制度への関心を示しており、調査継続への期待も高い。

引き続き制度詳細や参加メリット等の情報提供を継続する必要がある。特に、クレジットの購入主体、購入単価の決定方法等については、事業実施主体の関心が高く、日本側の早急な制度設計・政策決定が望まれる。また、本 F/S 調査において検討・策定した方法論については、現地の事業主体等との議論を継続することで、より実行可能性の高いものとしていく必要がある。

方法論詳細の検討（方法論の検討）

本年度、充分に取得できなかった各種データについて、次年度以降、取得を試み、MRT 整備後、リファレンスシナリオに活用するデータとするとともに、データ取得方法を現地国と共有していくことが重要だと考えている。

表 今後取得が必要なデータと内容

項目	データ取得方法案	備考
モード別平均燃費	(方法案) モニターを募集し、平日、休日における燃料消費量を、満タン給油法にて計測。モニターには、同時に GPS を保有していただき、移動距離、移動時間、区間別移動速度等に係わるデータを取得。	<ul style="list-style-type: none"> • GPS を利用した行動分析について、当社は、日本国内において、数多くの実績を有している。GPS で取得したデータを地図上に自動的にマッピングする技術において、特許も取得済み。 • また、GPS を活用した交通行動分析に詳しい東京大学羽藤准教授や、ベトナムやインドネシアにおける交通分析の数多くの経験のある東京海洋大学兵藤教授とは、数多くのプロジェクトで連携しており、本プロジェクトでも指導を仰ぐことは可能。
想定する MRT 利用者のモーダルシェア	(方法案 1) 今年度も実施した家庭訪問調査等のアンケート調査を実施。 (方法案 2) 携帯電話の GPS 等を活用し、移動軌跡(出発地、目的地)と利用交通手段を取得。同時に、移動距離等に係わるデータを取得。	<ul style="list-style-type: none"> • 家庭訪問調査については、ベトナムでは、本年度も家庭訪問調査を実施済。ベトナム側（ベトナム運輸省、同省傘下の TDSI 等）も、調査の拡大（項目の追加、サンプル数の拡大）の必要性を認識。また、インドネシアでも、ベトナム同様の調査実施が必要。 • GPS を用いた移動軌跡データの取得等は、上述の通り、当社は数多くの実績あり。

また、算定対象として3つのオプション（①MRT、②MRT+端末交通、③MRT+端末交通+周辺道路における交通）を提示したが、実現可能性の観点からオプション①のみを対象とすることを基本としつつ、他オプションについても削減量試算を実施し、

削減量に大きな影響を及ぼさない場合は算定対象外とする、又は、一定割合を削減量から差し引く等の措置を検討する必要がある。

さらに、MRV 体制構築に向けて、計測・検証の実施主体等のさらなる詳細設計が必要である。上述のデータ収集方法の共有とともに、ホスト国における計測や検証等に係るキャパシティ・ビルディング等を実施していく必要がある。

クレジット配分の考え方（方法論の検討）

MRT 導入に当たっては、①土木、②鉄道車両、③E&M（信号、通信、電化等）等に分けての入札実施が一般的であり、全て日本の技術が採用されるとは限らない。例えば、信号システムのみ日本技術が採用された場合、MRT 事業全体からもたらされる排出削減分の配分方法を検討する必要がある。例えば下記オプションが想定されるが、政府間での合意が必要であり、継続検討が必要である。

- 両国政府間で合意すれば、日本技術の採用の程度に関わらず、当該事業全体からもたらされるクレジット全量を日本に配分する。
- 当該事業全体を構成する各技術の費用に応じて按分する。

5. コベネフィットに関する調査結果：

「コベネフィット定量評価マニュアル」によれば、交通分野のコベネフィット型温暖化対策の定量的評価対象として大気汚染物質排出量削減のうち、NO_x 排出量が推奨されているため、本調査ではNO_x 排出量を評価対象とした。

ここで評価した結果が直ちに投資判断やクレジット売買での金銭取引に直結するものではなく、事業効果評価の参考材料としての位置づけであると考えられるため、定量的評価を行うためにできるだけ追加的負担を生じさせないことを前提に、温室効果ガス排出削減量の算定にあわせて付带的に算出できる方法を採用することとする。

具体的には以下のような簡易的な評価方法とした。

<リファレンス排出量>

- NO_x 排出量
=交通手段別走行距離 [台 km] × 交通手段別 NO_x 排出係数 [gNO_x/km]
- 交通手段別走行距離 [台 km]
=交通手段別交通量 [PKM] / 平均乗車率 (人/台)

<プロジェクト排出量>

- 0 とみなす。（鉄道は電気駆動であり、郊外の発電所での排出は都市部の大気汚染とは直接結びつかないため。）
- 評価の結果、4 事業合計で 2,404tNO₂/年の排出削減が予想される。

表 NO₂ 排出削減量の推計結果

単位：tNO₂/年

事業	ハノイ1号線	ハノイ2号線	ホーチミン1号線	ジャカルタ南北線
評価対象年	2030年	2020年	2020年	2037年
リファレンス排出量	637	597	667	503
バス	358	335	158	171
二輪車	215	201	500	248
乗用車	65	61	9	84
プロジェクト排出量	0	0	0	0
排出削減量	637	597	667	503

6. 持続可能な開発への貢献に関する調査結果：

本調査で対象とする両国ではいずれも公共交通機関が未発達で自動車交通（二輪車、自家用車）への依存度が高く、また都市の人口が急速に増加しているため、現状の交通体系のままでは持続可能な開発を進めることは困難である。このため、各国の心臓部となる都市部での持続可能な開発を実現するためには公共交通機関、中でも大量輸送機関を整備して効率的な輸送体系を構築することが不可欠である。

インドネシアにおいてはすでに交通混雑により時間の浪費や交通事故等で経済的損失が多大に上っており（Pelangi Foundation の 2005 年の調査によれば、年間 12.8 兆ルピアの時間、燃料、健康面での損失）、生活環境改善や投資環境改善のためには旅客輸送力の増強が不可欠になっている。

またベトナムにおいても交通混雑は着実に進行し、交通安全の改善も遅い状況にある。このため、ハノイ市では持続可能な開発を進めるため、都市マスタープランづくりを進めており、都市交通マスタープランにおいては公共交通機関の拡大を最優先事項としている（現在のシェア 5%から 2025 年にはシェア 40-50%に拡大）。

このような背景のもとで本調査対象事業が進められており、各事業の事業背景・目的を見ても、渋滞緩和、大気汚染対策、雇用創出、都市開発への貢献等がその目的として明確に位置付けられている。このため、本事業が交通問題の解消、人や物資、サービス活動の促進と経済の活性化等で各国の持続可能な開発に貢献することが期待できる。

なお、本調査で扱う大量輸送機関の持続可能な開発に対する定量的評価としては、以下のような効果を貨幣換算して評価することが考えられる。

- 移動時間の削減による効果
- 走行経費の削減による効果
- 交通事故発生率の削減効果