

ASEAN地域における気候変動問題を踏まえた 長期交通行動計画の構築に関する研究

竹下 博之¹・岡 和孝²・松岡 巖³

¹正会員 WILLER ALLIANCE株式会社 社長室 (〒163-0225 東京都新宿区西新宿2-6-1新宿住友ビル25階)

(元 一般財団法人運輸政策研究機構 国際問題研究所)

E-mail:hiroyuki.takeshita@willer.co.jp

²正会員 みずほ情報総研株式会社 環境エネルギー第1部 (〒101-8443 東京都千代田区神田錦町2-3)

E-mail:kazutaka.oka@mizuho-ir.co.jp

³非会員 公益財団法人笹川平和財団 笹川汎アジア基金事業室 (〒105-8524 東京都港区虎ノ門1-15-16 笹川平和財団ビル)

E-mail:matsuoka@spf.or.jp

運輸政策研究機構では2011～2013年度に掛けて、急激な経済成長とそれに伴う交通量の増加が見込まれるASEAN地域を対象に、カンクン合意に基づくCO₂排出量削減目標の達成を目指した、2050年までの長期交通行動計画の構築を目的とする研究プロジェクトを実施した。長期交通行動計画の策定には、バックキャスティング・アプローチを採用し、将来の社会シナリオを構築し、それに沿った政策パッケージの選定と導入量の設定を行った。しかしながら、構築した長期行動計画では、設定した目標値を達成できた国はほとんど存在しなかった。目標値達成のためには、政策導入量をさらに増やすことが求められること、また地域間交通において削減が困難であり、これらを対象とした政策パッケージの開発と導入が必要であることがわかった。

Key Words : Long term action plan, Low carbon transport, Backcasting approach

1. はじめに

全世界において、人口増加と経済成長に伴う交通量の増加が見込まれており、追加的な排出量緩和策が導入されない限り、交通分野からの温室効果ガス排出量も増加し続けることが見込まれている。例えば、国際エネルギー機関(IEA)の推計によると、交通分野からのCO₂排出量は、現在ではエネルギー起源の全CO₂排出量の1/4を占めており、2050年における総排出量は、現在の約2倍にまで増加すると予測されている¹⁾。この増加に大きく寄与するのが、中国や東南アジア等のOECD非加盟国である。

一方で、気候変動に関する政府間パネル(IPCC)の第4次報告書によって、気候変動による深刻な被害を避けるためには、産業革命以降の気温上昇を2°C以内にすることがあることが言及され、そのためには2050年の温室効果ガス排出量を少なくとも50%(最大で85%)削減することが求められることが示された²⁾。これは、カンクン(メキシコ)で開催された第16回気候変動枠組条約締結国会

議に採択されたカンクン合意において、全世界の目標とされることとなった。

当時のこのような気候変動問題に関する全世界的な背景を踏まえ、運輸政策研究機構では、2011年～2013年度に、急激な経済成長とそれに伴う交通量の増加が見込まれるASEAN地域を対象に、カンクン合意に基づく削減目標の達成を可能とする長期的な交通行動計画の提言を目的とした研究プロジェクトを実施した(以下、プロジェクトと表現する)。本稿では、長期交通行動計画の構築にあたって用いた手法と、政策導入によるCO₂削減効果の評価手法、および構築した長期行動計画の概要について述べる。

2. プロジェクトにおける長期交通行動計画の策定手法

将来の交通分野からのCO₂排出量をカンクン合意における削減目標まで削減することは、現状のトレンドを維

持し続ける限り困難であり、いずれかの時点で大幅な転換が求められる。この理由から、プロジェクトでは長期行動計画の策定に、バックキャスト・アプローチを適用することにした。

(1) バックキャスト・アプローチの概要

バックキャスト・アプローチのコンセプトを図-1に示す。バックキャスト・アプローチとは、最初に特定の目標(プロジェクトでは削減目標と目標年)を設定し、その目標を達成するためにいつ、何をすべきか、といったことを検討する手法であり、交通分野における環境政策の検討に用いられた事例も存在している³⁾。

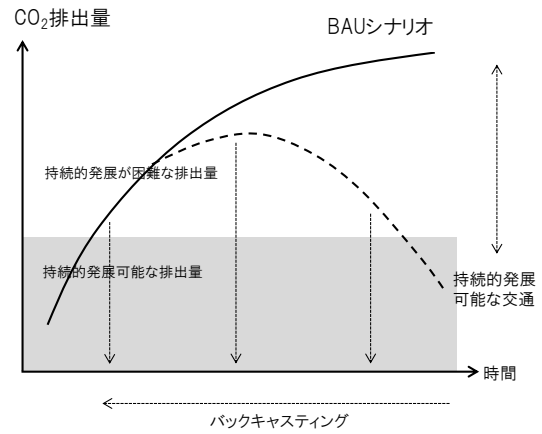


図-1 バックキャスト・アプローチの概念

(2) 目標値の設定

カンクン合意における削減目標を交通分野において達成するべく、削減目標値は2050年における世界の交通分野からのCO₂総排出量を現在の値から半減させる値、と設定する。IEA⁴⁾の推計によれば、現在の交通分野からの1人あたりCO₂排出量は、約1t-CO₂である。また、国連の全世界の人口推計⁵⁾によれば、全世界の人口は1.5倍に増加すると見込まれている。そのため2050年までに交通分野からの1人あたりCO₂排出量を0.33t-CO₂まで削減することが求められる。この値をプロジェクトにおける削減目標値である。

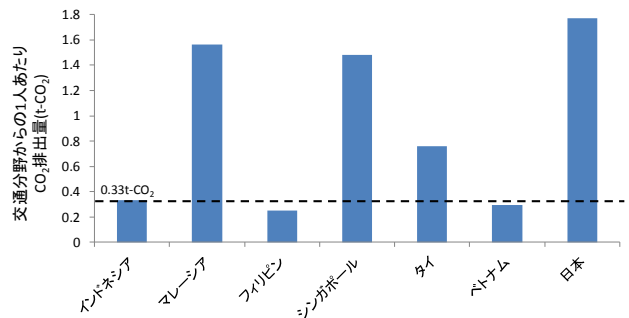


図-2 ASEAN主要国における1人あたりCO₂排出量(2008)

参考として、2008年のASEAN主要国および日本の交通分野からの1人あたりCO₂排出量を図-2に示す⁴⁾。2008年時点で、フィリピンやインドネシア、ベトナムは既に0.33t-CO₂に近い値を示しており、タイやマレーシア、シンガポールではこの値を既に大きく上回っていることがわかる。

フレームワークを適用する。これは、交通分野からのCO₂排出量を、Activity(交通量)、Structure(交通機関分担率)、Intensity(燃費)、Fuel type(燃料の種類)の積により求める手法である⁶⁾。

(3) 将来ビジョンの構築

バックキャスト・アプローチでは、将来ビジョンをあらかじめ設定することが求められる。プロジェクトでは、ASEANの現地の専門家等と共同で各国の2050年時点の経済発展段階や社会情勢、エネルギーの自給率・依存率等から考えられる社会シナリオと、それに基づく交通シナリオの作成を行なった。その後、作成されたシナリオに基づいて削減目標を達成するための政策パッケージの選定や、それらをいつまでに導入する必要があるのか、また導入する政策の導入量はどの程度必要になるのかの検討を行った。

(2) 政策のパッケージ化及びその分類

CO₂削減効果を有する政策には様々なものがあるが、個別の政策を導入するだけでは削減効果が小さい、あるいは政策導入の前提となる別の政策が必要となる、といったことが考えられ、個別の政策評価には限界がある。そこで、本研究では、個別の政策評価ではなく、複数の政策をパッケージ化して評価を行うこととした。

また、政策パッケージは、それぞれのもたらす主要な効果に基づき、Avoid政策、Shift政策、Improve政策の3つのカテゴリーに分類されている⁷⁾。Avoid政策とは、無駄な、あるいは不必要な交通需要を減らすものを、Shift政策とは、よりCO₂排出量の少ない交通手段の利用を促進するもの(いわゆるモーダルシフト政策)を、Improve政策とは、燃費改善や代替燃料の使用や運転方法の改善といった政策のことである。この分類に沿った政策パッケージの例を表-1に示す。

3. 政策導入によるCO₂排出量削減効果の推計手法

(1) CO₂排出量の推計手法

交通分野からのCO₂排出量の推計手法として、ASIFフ

(3) 政策導入によるCO₂排出量削減効果推計手法

各政策パッケージには、その導入によって得られる最

大効果をパラメータとしてあらかじめインプットしておく。このときの効果とは、Avoid政策はActivity(交通量)が、Shift政策はStructure(分担率)が、Improve政策はIntensity(燃費)やFuel type(用いるエネルギー)が、それぞれどう変化するかを示すものである。これらのパラメータは既往研究等を参考にして設定する。

そして、「2(3)」で構築した将来ビジョンに基づいて、導入する各政策パッケージの導入開始年(Start year), その導入効果が出現するまでのタイムラグ(Time lag), 政策の効果が最大になるまでに要する期間(Period)を設定することで、CO₂排出量削減効果が算定される(図-3)。これらの個々の政策パッケージによる削減効果を組み合わせ、BAUシナリオにおけるCO₂排出量からの削減効果を算定することで政策導入効果を求める(図-4)。

(4) バックキャスティング・ツールの構築

上記の推計手法に基づき、CO₂排出量削減効果を推計するためのツールとして、「バックキャスティング・ツール」を構築した。表-2に本ツールの概要を示す。ツールの詳細については、既報⁸⁾を参照されたい。

本プロジェクトでは構築した長期行動計画によるCO₂削減効果の評価を、このバックキャスティング・ツールを用いて行った。

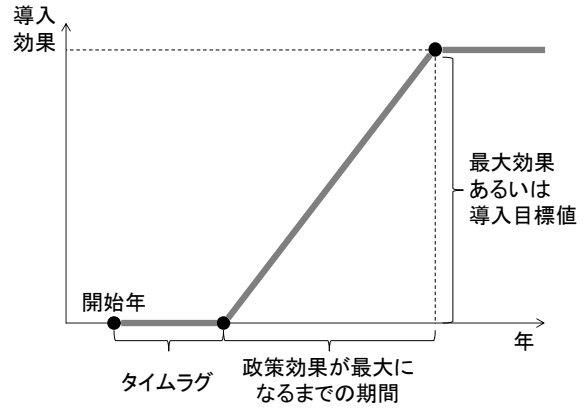


図-3 個々の政策パッケージ導入効果のイメージ

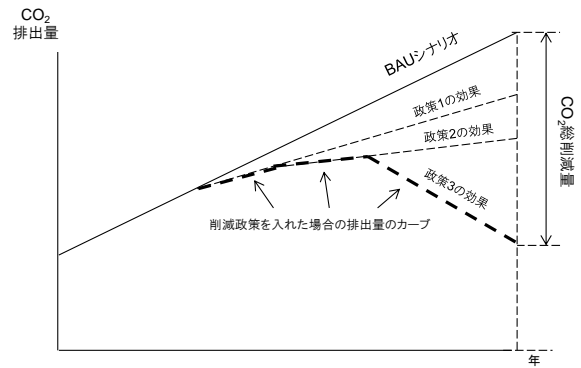


図-4 複数の政策導入効果のイメージ

表-1 Avoid-Shift-Improve の定義と、政策パッケージの例

	定義	政策パッケージの例
Avoid 政策	トリップ数を減らすことによる交通量の削減	ICT 技術の活用, テレアクティビティ
	トリップ長を減らすことによる交通量の削減	料金規制枠組み, 燃料税, 都市計画・土地利用計画
Shift 政策	環境にやさしい交通手段の利用促進	Bus・BRT の利用促進, インフラ開発 Rail・LRT の利用促進, インフラ開発 水上交通の利用促進, インフラ開発
Improve 政策	低燃費あるいは低炭素技術を用いた車両の導入	天然ガス車や電気自動車等, 次世代自動車の大量供給・利用促進 バイオ燃料の開発・利用促進
	運転方法の改善による燃費改善	鉄道や船舶, 航空機の燃費改善 エコドライブ

表-2 バックキャスティング・ツールの概要

対象年	2000-2050 (5年間隔)
対象地域	インドネシア, シンガポール, タイ, フィリピン, マレーシア, ブルネイ, ベトナム, ミャンマー, ラオス, カンボジアの 10ヶ国 (加盟順)
評価範囲	国全域 また主要都市, 大都市, 都市, その他の地域など, 地域ごとの評価や, 都市交通, 都市間交通に分けて評価が可能
対象交通	対象とする交通は各国の状況に依存. ● 旅客: Car, 2輪・3輪, バス・ミニバス, 旅客鉄道, 旅客航空など ● 貨物: トラック, 貨物鉄道, 貨物航空
対象燃料	ガソリン, ディーゼル, 電気, LPG/CNG, バイオ燃料等
その他	✓ 都市内・都市間輸送量 ✓ 目的別移動割合 (旅客交通)
アウトプット	✓ TTW および WTT-CO ₂ 総排出量・1人あたり排出量 ✓ 旅客・貨物輸送量 ✓ エネルギー消費量 ✓ コベネフィット分析

4. ASEAN地域における長期交通行動計画とCO₂削減効果

ここでは、BAUシナリオおよび構築した長期行動計画導入シナリオ(以下、代替シナリオ)によるASEAN全域及び各国のCO₂排出量について述べる。

(1) BAUシナリオにおける2050年のCO₂排出量

2050年における対象地域全体での旅客交通量、貨物交通量は、2005年比でそれぞれ4.6倍、4.7倍に増加すると推計した(図-5)。旅客交通では、家用車(car, LV)や二輪車の増加が大きいことに加え、バスの増加も同程度に増加すると見込まれる。また、貨物交通では、トラックによる輸送がほとんどを占めたままという予測となった。その結果、交通分野からのCO₂排出量は、822百万t-CO₂にまで増加することが見込まれる。これは2005年比で4.36倍に増加することを意味している。これを1人あたりCO₂排出量にすると1.36t-CO₂となり、目標値である0.33t-CO₂を大きく上回ることがわかる。

(2) 各国における代替シナリオ

CO₂排出量を大幅な削減し、1人あたりのCO₂排出量を0.33t以下にするという目標達成を目指した際の、それぞれの国で適用した政策パッケージを、表-3に示す。これらの政策パッケージは、「2.(3)」で述べたとおり、それ

ぞれの国の各年次における経済発展段階や社会情勢、エネルギーの自給率・依存率等から考えられる社会シナリオを検討した上で選定している。このため、Shift政策やImprove政策では、それぞれの国に適した交通手段や燃料・次世代自動車選ばれている。

一方で、Avoid政策はすべての国において適用している。つまり、CO₂排出量を大幅に削減するためには、このようなAvoid政策を導入することで、旅客・貨物交通量を削減することが必要であることを示している。現在のASEAN各国の環境行動計画では、Avoid政策はその重要性は認識されているものの、必ずしも強調されていない。しかしながら、CO₂排出量の削減目標の達成のためには、Avoid政策の導入は避けて通れない政策だと考えることができる。

なお、導入する各種政策には、導入開始年と導入期間、またShift政策、Improve政策の目標とする政策導入量が設定されているが、それらを全て記すことは紙幅の関係で困難である。そのため、長期交通行動計画の詳細については、「6.」に後述するプロジェクトの報告書を参照されたい。

表-3 各国において選択した政策パッケージのまとめ

政策パッケージ	ブルネイ	カンボジア	インドネシア	ラオス	マレーシア	ミャンマー	フィリピン	シンガポール	タイ	ベトナム
Avoid										
料金規制の枠組み	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ICT	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
テレアクティビティ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
移動計画	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
移動についての認識改善	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
都市計画・土地利用計画	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
燃料価格のコントロール	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Shift										
バスへのシフト(旅客)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
鉄道へのシフト(旅客)	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
水上交通へのシフト(旅客)			○	○	○	○			○	
鉄道へのシフト(貨物)		○	○		○	○			○	○
水上交通へのシフト(貨物)		○	○						○	○
Improve										
CNG車	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
ハイブリッド車	○	○	○	○	○		○	○	○	
電気自動車			○	○	○		○	○		
燃料電池車	○		○						○	
バイオ燃料	○	○	○		○	○	○		○	○
エコドライブ	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
航空機の燃費改善	○		○				○	○		
船舶の燃費改善			○				○	○		
鉄道の電化		○	○	○	○	○			○	○

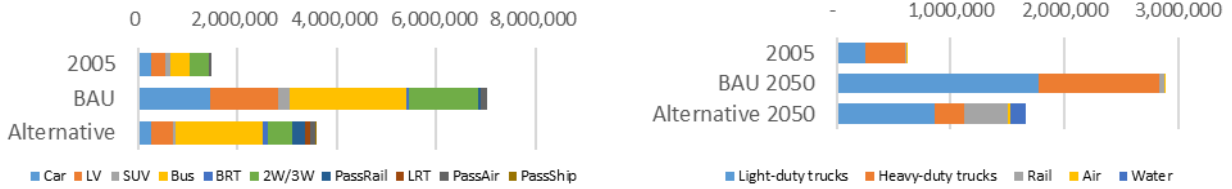


図-5 交通量 (2005年, 2050年のBAUおよび代替シナリオ(Alternative))
 (左: 旅客交通量 (単位: 百万人キロ), 右: 貨物交通量 (単位: 百万トンキロ))

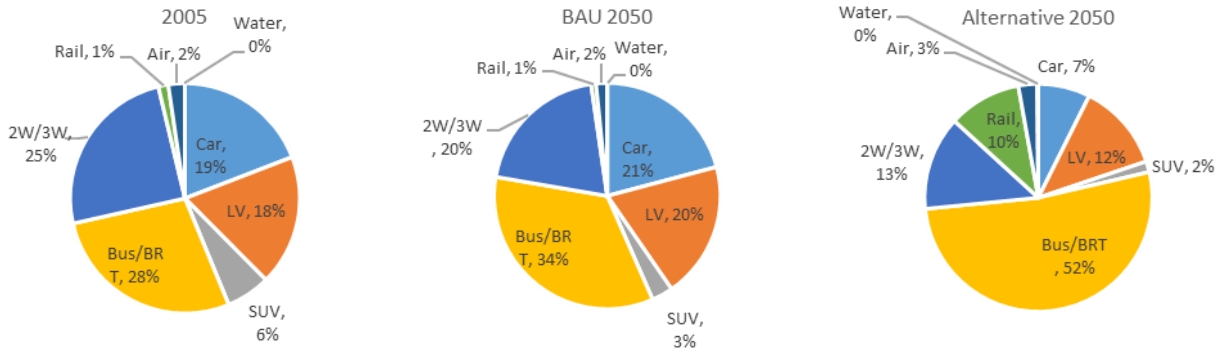


図-6 旅客交通の機関別分担率 (人キロベース) (2005年, 2050年のBAUおよび代替シナリオ(Alternative))

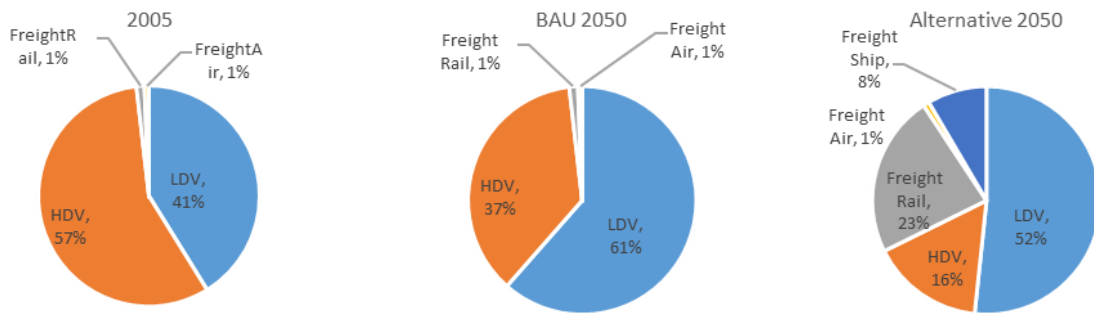


図-7 貨物交通の機関別分担率 (トンキロベース) (2005年, 2050年のBAUおよび代替シナリオ(Alternative))

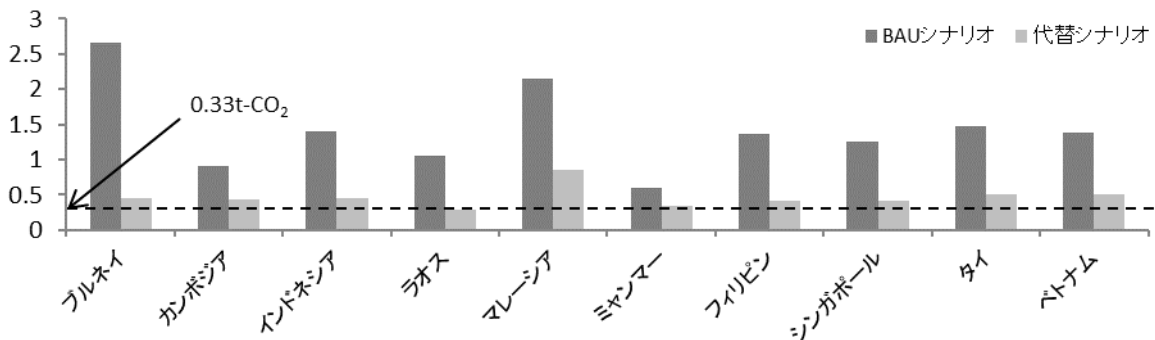


図-8 BAU シナリオおよび代替シナリオの 2050年における 1人あたり CO₂排出量 (単位: t-CO₂)

(3) 代替シナリオの構築とそのCO₂排出量

提案する長期交通行動計画の実施によるASEAN全体の交通量および機関別分担率の変化を図-5~図-7に示す。Avoid政策により, 輸送人キロ, 輸送トンキロがそれぞれ

BAU比で49%, 59%に減少している。また, 機関別分担率では, 鉄道やバスといった, 公共交通の分担率を現在よりも増加させる必要があることが示されている。特に, 鉄道は旅客では2005年の1%から10%に, 貨物では

1%から23%にまで増やす必要があるため、早期に整備を開始することが求められるといえる。

この結果、2050年の交通部門からのCO₂の総排出量は、286.7百万t-CO₂(BAU比65%)まで削減可能であることが示された。しかしながら、この値は、1人あたりCO₂排出量にすると0.47t-CO₂であり、目標値である0.33t-CO₂を達成することはできなかった。

また、国別の1人あたりCO₂排出量を図-8に示す。目標値を達成しているのはラオスのみで、その他の国では達成していないことがわかる。

(4) 目標値達成に向けた考察

(3)で述べたとおり、代替シナリオでは目標値が達成できていない。そのため、以下では、目標値を達成するために追加的に必要となる政策について考察する。

「4.(2)」で述べたとおり、Avoid政策は既に導入されているため、目標を達成するためには、Shift政策及びImprove政策の導入量を高めることが求められる。そこで、フィリピンおよびインドネシアで、必要となる導入量について検討を行った。表-4および表-5にその結果を示す。導入する政策および導入量は、「2.(3)」で述べた通り、社会シナリオに沿って設定しているが、さらなる公共交通インフラの整備や公共交通利用促進政策による公共交通への転換、次世代自動車の普及ということが求められていることが分かる。

また、どのような交通において削減が困難なのか分析するため、図-9にフィリピンの2050年時点のBAUシナリオおよび代替シナリオにおける都市規模別の1人あたりCO₂排出量(域内交通のみ)、および地域間交通の1人あたりCO₂排出量を示す。BAUシナリオと比べると、政策の導入により大幅に削減できているものの、代替シナリオ間で比較すると、地域間交通の1人あたり排出量は、域内交通に比べて大きくなっていることがわかる。これは、地域間交通の政策オプションが域内交通に比べて限られていることが要因となっている。これは、フィリピンに限らず他の国においても、同様の傾向がみられる。このことから、地域間交通におけるCO₂排出量削減政策の開発と適用が急務であるといえる。

一方で、域内交通では都市間交通に比べて、Shift政策およびImprove政策のオプションが多数あることから地域間交通に大幅に削減できている。しかし、Shift政策、Improve政策ともに、都市の規模に関わらず大幅な導入量を見込んでいる。これは、Shift政策では、現在から見た場合、公共交通の利用者を減らさず、かつ交通量増加を公共交通で吸収する、ということの意味しているが、先進国においては都市の規模が小さくなるにつれ、公共交通の分担率が低くなる傾向にあることを踏まえると、特段の政策の実施なくしてはこの実現は困難であると考

表-4 目標達成に必要なとなる政策導入量 (フィリピン)

		設定した導入量	達成可能な導入量
Shift 政策 (旅客)	四輪車からバスへ	15%	15%
	二輪車からバスへ	6%	15%
	四輪車からBRTへ	6%	13%
	二輪車からBRTへ	6%	13%
	四輪車から鉄道へ	6%	13%
	二輪車から鉄道へ	2%	2%
	四輪車からLRTへ	6%	15%
Shift 政策 (貨物)	トラックから鉄道へ	10%	35%
	航空から鉄道へ	6%	15%
Improve 政策	バスのCNG車普及率	26%	26%
	トラックのCNG車普及率	4%	4%
	普通自動車のHV普及率	10%	10%
	小型自動車のHV普及率	26%	26%
	トラックのHV普及率	6%	60%
	普通自動車のEV普及率	-	20%
	小型自動車のEV普及率	15%	60%
二輪車のEV普及率	4%	35%	

表-5 目標達成に必要なとなる政策導入量 (インドネシア)

		設定した導入量	達成可能な導入量
Shift 政策 (旅客)	四輪車からバス/BRTへ	8%	20%
	二輪車からバス/BRTへ	8%	20%
	四輪車から鉄道へ	15%	45%
	二輪車から鉄道へ	10%	45%
	バス/BRTから鉄道へ	30%	40%
Shift 政策 (貨物)	トラックから船舶へ	15%	25%
	トラックから鉄道へ	10%	35%
	航空から船舶へ	6%	10%
	航空から鉄道へ	6%	10%

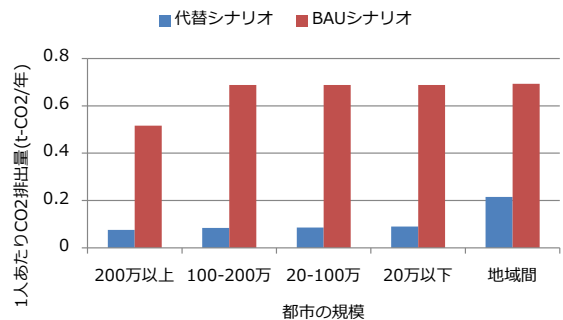


図-9 2050年の都市規模別および地域間交通の1人あたりCO₂排出量 (フィリピン)

えられる。つまり、この実現にはどの規模の都市においても、現在の公共交通の質を高め、将来的な自動車・二輪車への逸走を防ぎ、将来的に使われ続けるものにしていくことが求められるといえる。また、Improve政策においても、地域間で次世代自動車の普及に差が出ないよう、地域間の経済格差による普及の遅れや、CNG、EV用のインフラ整備の差が無くなる政策も必要であろう。

6. まとめ

本稿では、ASEAN地域における、カンクン合意に基づくCO₂排出量削減目標の達成を目指した、2050年までの長期交通行動計画の構築手法およびその概要を述べた。残念ながら、構築した長期交通行動計画は、現時点では設定した目標値を達成していない。

また、目標値を達成するためには、政策導入量をさらに増やすことが求められること、また地域間交通において政策オプションの少なさから削減が困難であり、これらの対策が必要であることが示された。

しかし、目標値を達成できていないその他の要因として、「3.(4)」で示した政策評価ツール「バックキャストリング・ツール」に格納されたデータや政策導入効果がASEANの実態を十分に反映していない可能性があることは否めない。そのため、新規データの格納や、現地に適した政策の検討とツールへの実装が求められる。

なお、プロジェクトの詳細な報告書及び政策評価ツール「バックキャストリング・ツール」は、WEBから無償でダウンロードが可能である。URLを以下に示す。

<http://cleanairasia.org/node/12343/>

謝辞：本研究は、日本財団助成事業「地球温暖化を踏まえたASEANの長期交通行動計画に関する研究」の一環として行ったものである。また、本研究の遂行にあたり、Clean Air Asiaをはじめとした現地の専門機関、ガジヤマダ大学Parikesit教授、フィリピン大学ディリマン校Regidor教授をはじめとした現地の専門家の方々に、デー

タ収集やツールの開発、長期交通行動計画の構築等、様々な面でご協力いただいた。この場を借りて、関係者各位に御礼申し上げる。

参考文献

- 1) International Energy Agency: Transport, Energy and CO₂: Moving Toward Sustainability, 2009.
- 2) United Nations Intergovernmental Panel on Climate Change: Climate Change 2007, the Fourth Assessment Report, 2007.
- 3) 例えば、中村一樹、林良嗣、加藤博和、福田敦、中村文彦、花岡伸也: アジア開発途上国都市における低炭素交通システム実現戦略の導出, 土木学会論文集 D3, Vol.68, No.5, pp.I_857- I_866, 2012.
- 4) International Energy Agency: CO₂ emissions from fuel combustion 2010 edition, 2010.
- 5) United Nations: World Population Prospects: The 2012 Revision, <http://www.esa.un.org/wpp/>, 2012.
- 6) Schipper, L., and Marie-Lilliu, C. : Transportation and CO₂ Emissions: Flexing the Link a Path for the World Bank, World Bank, 1999.
- 7) Dalkmann, H., and Brannigan, C. : Transport and Climate Change —Sourcebook Module for Policy Makers in Developing Cities, GTZ, 2007.
- 8) 竹下博之、岡和孝、松岡巖: ASEAN 地域における低炭素交通の長期行動計画評価ツールの開発, 土木学会論文集 G(環境), Vol.71, No.5, pp.I_135- I_142, 2015.

(2016.4.22 受付)

STUDY OF LONG TERM ACTION PLANALS FOR LOW CARBON TRANSPORT IN ASEAN REGION

Hiroyuki TAKESHITA, Kazutaka OKA and Iwao MATSUOKA