

国際経済モデルとインターモーダル国際物流モデルを用いたカンボジア物流効率化政策の将来シミュレーション

小菅 直樹¹・柴崎 隆一²・讚井 一将³・大窪 香織⁴

¹学生非会員 東京大学大学院 工学系研究科システム創成学専攻
E-mail: naoki0104@g.ecc.u-tokyo.ac.jp

²正会員 東京大学大学院准教授 工学系研究科システム創成学専攻
E-mail: shibasaki@sys.t.u-tokyo.ac.jp

³非会員 Ministry of Public Works and Transport, Cambodia
E-mail: sanuikazumasa@gmail.com

⁴正会員 JICAカンボジア事務所
E-mail: Okubo.Kaori@jica.go.jp

本研究では、これまで世界各地を対象に構築されてきた海上輸送と陸上輸送の双方を含むインターモーダル国際物流ネットワークモデルを、カンボジアを中心とするメコン下流域に適用し、複雑な国際海上コンテナ貨物の流動を再現するとともに、経済政策や物流政策がコンテナ輸送に与える影響をシミュレーションする。

対象年は2025年とし、空間的応用一般均衡モデル（GTAPモデル）の推計結果を基に予測した将来コンテナ貨物輸送需要と、2025年までに実施される物流政策を踏まえた将来シミュレーションを実施した。さらに、現実に想定されている政策をもとに物流モデルの条件を変化させて政策シミュレーションを行い、コンテナフローの変化を分析するとともに、有効と思われる政策の提言を行った。

Key Words : *intermodal network assignment model, international maritime containers, global logistics, GTAP model, Cambodia*

1. 研究の背景と目的

1950年代に世界で初めてコンテナが利用されてから、コンテナ輸送は急速に発展し、コンテナ輸送ネットワークは海上輸送と陸上輸送を組み合わせた非常に複雑なものとなってきている。

アセアンの地理的中心に位置するカンボジアは、比較的安価な労働力を活かした農業、縫製業、加工産業などを主要産業とし、近年は著しい経済成長を遂げている。一方で、産業の下支えをするソフト・ハード両面のインフラ整備が課題であり、物流インフラの改善は国の重要政策と位置付けられ、複数の政策や事業が実施されている。

カンボジアのように、経済状況やインフラ状況の変化が著しい国・地域において、政策の効果や影響を予測すること、また、相互に影響を与える複数の政策を同時に実施した場合の効果や影響を予測し、政策の実施の有効性や優位性を検討してフィードバックすることの意義は大きいと考えられる。

カンボジアを含むアセアン地域の物流を対象とした研究には、柴崎・渡部¹⁾および Shibasaki et al.²⁾などが挙

げられる。これらの研究では、東・東南アジア地域を対象として国際物流シミュレーションモデルを構築し、アセアン全域を対象とした施策の分析は行っているものの、カンボジアに着目した分析は行っていない。一方で、Shimada et al.³⁾や Shibasaki et al.⁴⁾はメコン川の河川輸送に着目し、カンボジアとその周辺地域を対象にして国際物流ネットワークモデルを構築し、現状再現性を確認するとともに、複数のシナリオ分析も行っている。

本研究では、全世界の海上輸送およびカンボジア周辺地域のコンテナ輸送を高い精度で再現する国際物流モデルを構築する。さらに、構築したモデルを用いて将来の物流シミュレーションを行うとともに、カンボジアにおいて現在進められている政策の影響によるコンテナ輸送パターンの変化のシナリオ分析を行うことを目的とする。

具体的には、Shibasaki and Kawasaki⁵⁾および柴崎・川崎⁶⁾で構築したインターモーダル国際物流モデルをカンボジアとその周辺地域に適用するために、Shimada et al.³⁾および Shibasaki et al.⁴⁾で適用したモデルの一部の設定やインプットデータを改変し、2016年に時点更新したモデルを用いる。構築したモデルをカンボジアとその周辺地域に適

用し、実際に得られるデータと比較してモデルの再現性を確認する。

また、将来の経済政策やインフラ政策の分析を行うため、対象年を2025年に設定し、カンボジアを含む全世界の貿易額を、Shibasaki and Watanabe⁷⁾と同様、代表的な空間的応用一般均衡モデルのひとつであるGTAP (Global Trade Analysis Project)モデル⁸⁾を用いて推計する。推計結果をもとに国際物流モデルに入力する将来データを作成し、将来物流シミュレーションを行う。最終的に、将来における政策の影響をモデルに反映させ、様々な政策によるシナリオ分析を行う。

まずカンボジアの物流状況について2.で述べた後に、本研究で用いるGTAPモデルとインターモーダル国際物流モデルについてそれぞれ3.と4.で説明する。その後、現状再現性の確認について5.で述べ、将来シミュレーションの設定方法とその結果について6.で述べる。

2. カンボジアの国際物流環境

図-1に、カンボジアの首都プノンペンを起点とする国際海上コンテナ貨物の主要な輸送ルートを示す。図に示すように、プノンペン発着国際コンテナ貨物の背後輸送ルートは大きく4つに分けられる。

ルート1は、陸上国境地点のバベット (Bavet) を経由してベトナム領内のホーチミン (Ho Chi Minh City) またはカイメップ (Cai Mep) 港まで陸路 (道路) で運ばれるルートである。次に、ルート2は、プノンペン近郊の河川港であるプノンペン新港からバージを利用してメコン川を下り、同様にホーチミンまたはカイメップ港まで運ばれるルートである。ルート3は、カンボジアの主要国際コンテナ港であるシハヌークビル (Sihanoukville) まで陸路 (道路・鉄道) で運ばれるルートである。最後に、ルート4は、陸上国境地点のポイペト (Poipet) を経由してタイ領内のレムチャバン (Laem Chabang) 港まで陸路 (道路・鉄道) で運ばれるルートである。それぞれの港に運ばれたコンテナは、コンテナ船に積載されて全世界へと輸送される。

ルートの選択には、内陸国境の通過時間や通過費用、道路の混雑、鉄道の利用可能性、港湾のキャパシティ、トレーラ輸送とメコン川を利用したバージ輸送との費用面での競合など、様々な要因が複雑に絡み合っている。このように複数の輸送モードと輸出入港湾による背後輸送ルートが競合していることは稀であり、アジアの中でも最も複雑な地域の1つである。このような状況にあるカンボジアにおいて、複数の背後輸送機関および経路を考慮したインターモーダルな国際コンテナ輸送モデルを構築し、輸送ルート選択の分析を行うことは有用と言え

る。



図-1 プノンペン発着国際海上コンテナ貨物の主要輸送ルート

3. 国際経済モデルの概要と本研究の設定

(1) モデルの概要

本研究においては、カンボジアを中心に世界全体の将来貨物輸送需要を予測するため、特に実務分野でよく利用される空間的応用一般均衡モデルとして知られるGTAPモデル⁷⁾を基に、将来予測を行うために提供された再帰的モデルであるRecursive Dynamic Model (Version 3.8)⁹⁾を使用する。

Recursive Dynamic GTAP Modelは、1年ごとに静学GTAPモデルを計算し、資本蓄積などに関する前年のアウトプットを元に翌年の均衡解を段階的に計算することにより、将来予測を行うものである。各期においては、人口・労働力などの経済社会変数、技術進歩、関税政策などが外生的に入力される。具体的には、はじめに各国GDPを外生、技術進歩率を内生とした部分均衡モデル (run base) を各年で段階的に計算してから、得られた技術進歩率を内生としGDPを外生としたbaselineシナリオ (rerun base) と、それに将来における関税率変化などの政策実施の影響を加味したpolicyシナリオ (run policy) に基づき段階的な計算を行い、各国間輸出入額などの貿易パターンや、各国GDP、生産消費額などのアウトプットを得る。

入力データについては、GTAP 9a Data Base^{10),11)}に含まれる2011年現状値をベースに、将来シナリオの設定に関しては、O'Neill et al.¹²⁾によるShared Socio-economic Pathways (SSP: 気候変動の緩和と適応に関する長期シナリオ)のうち、過去の傾向から大きく変わらない成長経路を歩むとされているSSP2 (Middle challenges to mitigation and adaptation) が採用されている。Recursive Dynamic GTAP Modelのデータベースの詳細は、McDougall et al.¹³⁾を参照されたい。

(2) 本研究における設定

本研究においては、推計結果を今後の国際物流モデルに適用することを前提に、オリジナルの140地域・57品目を、表-1、表-2に示す31地域・9品目に統合した。すなわち、地域区分においてはカンボジアとの貿易が盛んであるアジアの国々に関しては詳細に分割されたまま残し、品目区分においてはカンボジアの主要産業である縫製業に関連する品目を詳細に分割されたまま残している。

表-1 本研究の計算で用いた地域区分

番号 ^⓪	略号 ^⓪	国・地域 ^⓪	16 ^⓪	VNM ^⓪	ベトナム ^⓪
1 ^⓪	OCE ^⓪	オセアニア ^⓪	17 ^⓪	XSE ^⓪	その他東南アジア ^⓪
2 ^⓪	CHN ^⓪	中国 ^⓪	18 ^⓪	BGD ^⓪	バングラデシュ ^⓪
3 ^⓪	HKG ^⓪	香港 ^⓪	19 ^⓪	IND ^⓪	インド ^⓪
4 ^⓪	JPN ^⓪	日本 ^⓪	20 ^⓪	LKA ^⓪	スリランカ ^⓪
5 ^⓪	KOR ^⓪	韓国 ^⓪	21 ^⓪	XSA ^⓪	その他南アジア ^⓪
6 ^⓪	TWN ^⓪	台湾 ^⓪	22 ^⓪	CAN ^⓪	カナダ ^⓪
7 ^⓪	XEA ^⓪	その他東アジア ^⓪	23 ^⓪	USA ^⓪	アメリカ ^⓪
8 ^⓪	BRN ^⓪	ブルネイ ^⓪	24 ^⓪	XNA ^⓪	その他北アメリカ ^⓪
9 ^⓪	KHM ^⓪	カンボジア ^⓪	25 ^⓪	LAA ^⓪	ラテンアメリカ ^⓪
10 ^⓪	IDN ^⓪	インドネシア ^⓪	26 ^⓪	DEU ^⓪	ドイツ ^⓪
11 ^⓪	LAO ^⓪	ラオス ^⓪	27 ^⓪	GBR ^⓪	イギリス ^⓪
12 ^⓪	MYS ^⓪	マレーシア ^⓪	28 ^⓪	XEU ^⓪	その他 EU ^⓪
13 ^⓪	PHL ^⓪	フィリピン ^⓪	29 ^⓪	MEN ^⓪	中東・北アフリカ ^⓪
14 ^⓪	SGP ^⓪	シンガポール ^⓪	30 ^⓪	SSA ^⓪	サブサハラ・アフリカ ^⓪
15 ^⓪	THA ^⓪	タイ ^⓪	31 ^⓪	ROW ^⓪	その他世界 ^⓪

表-2 本研究の計算で用いた品目区分

番号 ^⓪	品目 ^⓪
1 ^⓪	c_PrimPrdc ^⓪ 穀物, 家畜, 肉製品, 林業, 漁業 ^⓪
2 ^⓪	c_Extraction ^⓪ 鉱業製品, 石炭, 石油, 天然ガス ^⓪
3 ^⓪	c_ProcFood ^⓪ 加工食品 ^⓪
4 ^⓪	c_Tex ^⓪ 繊維製品 ^⓪
5 ^⓪	c_Wap ^⓪ アパレル製品 ^⓪
6 ^⓪	c_Lea ^⓪ 革製品 ^⓪
7 ^⓪	c_LightMnfc ^⓪ 軽工業 ^⓪
8 ^⓪	c_HeavyMnfc ^⓪ 重工業 ^⓪
9 ^⓪	c_NonTrade ^⓪ 非貿易財 (電気・ガス・水道, 建設, 貿易, 運輸, その他サービス) ^⓪

4. インターモーダル国際物流モデルの概要と本研究の設定

(1) モデルの概要

本研究で用いるインターモーダル国際物流モデルは、Shibasaki and Kawasaki⁹⁾ および柴崎・川崎⁹⁾で構築されたモデルをベースにしている。図-2にモデルの全体構成を示す。

インプットとしては、大きく分けて港湾に関するデータ、海上ネットワーク (コンテナ定期航路) に関するデータ、背後圏ネットワークに関するデータ、コンテナ貨物輸送需要のデータの4つがある。

アウトプットは各リンクのコンテナフローであり、これを集計して各港湾のコンテナ取扱量のデータや各港湾間の大局的なフローのデータも確認することができる。

また、種々の政策の影響をモデルに反映させる際には、

政策により期待される効果を輸送コスト削減や輸送時間削減などの定量的な形で表現し、モデル内の設定やインプットデータを変化させることで影響を再現することが可能である。

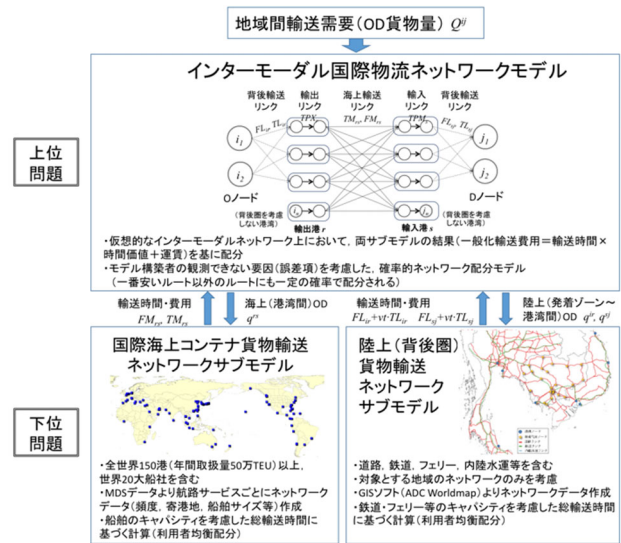


図-2 国際物流モデルの全体構成

モデルは、海上ネットワークおよび背後圏ネットワークのそれぞれの実ネットワークに基づいた利用者均衡配分モデルを2つの下位問題とし、両者を統合したインターモーダルな仮想ネットワーク上での確率配分モデルを上位問題とする構造となっている。

下位問題である海上輸送ネットワークと背後圏輸送ネットワークにおける配分計算では、混雑の影響を考慮するために利用者均衡配分手法を適用する。また、上位モデルにおいては、リンクコストが最小の経路以外にも一定の確率でフローが流れる確率ネットワーク配分手法 (Dial 配分) を適用する。

背後圏輸送ネットワークには、道路・鉄道ネットワークに加え、域内水運のネットワークも含まれる。各輸送機関にはリンクごとにキャパシティが設定されており、リンクフローが上限に近づくにつれて混雑が発生し、リンクコストが上昇する設定となっている。

(2) 本研究における設定

a) モデルの修正

モデルの設定に関しては、(1)で述べた Shibasaki and Kawasaki⁹⁾ および柴崎・川崎⁹⁾のモデルに対し、以下の点について変更した。

まず、本研究においては、地域間貨物輸送需要を考慮する地域 (カンボジア) と背後圏輸送ネットワークを考慮する地域 (カンボジアおよびベトナム南部, タイ) が異なることを踏まえ、上位問題の OD ノードの設定をより一般化し、背後圏を考慮する港湾において

も、背後圏を考慮しない港湾と同様、発ノードおよび着ノードとして設定することとした。

次に、内航水運リンクの設定に関連して、内航水運接続リンクおよび内外積替リンクを新たに追加し、内航水運リンクのリンクコスト関数を変更した。

はじめに、内航水運リンクのコスト式は、以下のよう
に設定した。内航水運リンクと内航水運接続リンク
を分割したため、内航水運リンクのコスト式におい
ては内航運賃の固定費用分および荷役時間を考慮して
いない。なお、(1)式右辺第1項が輸送費用、第2項が時間
費用を表す。

$$u_{fe} = COFe \cdot l_a + vt \cdot \left\{ \frac{l_a}{vFe_a} + TWFe_a \cdot b_1 \cdot \left(\frac{x_a}{capFe_a \cdot freqFe_a} \right)^{b_2} \right\} \quad (1)$$

u_{fe} : 内航水運リンクのコスト関数 (US\$/TEU) ,
 $COFe$: バージ船による国際海上コンテナ輸送運賃のう
ち距離比例分 (US\$/TEU) ,
 vt : 荷主の時間価値 (US\$/TEU/hour) ,
 l_a : 輸送距離 (km) ,
 vFe_a : バージ船の船速 (km/hour) ,
 $TWFe_a$: バージ船の期待待ち時間 (hour) ,
 x_a : リンク a の年間コンテナフロー (TEU/年) ,
 $capFe_a$: バージ船 1 隻あたりの国際海上コンテナ輸送
容量 (TEU/隻) ,
 $freqFe_a$: 一年あたりのバージ船の運行頻度 (隻/年) ,
 b_1, b_2 : 内航水運混雑関数に関するパラメータ。

また内航水運接続リンクのコスト関数は、Shibasaki
and Kawasaki³⁾ および柴崎・川崎⁶⁾ のモデルにおける鉄道
接続リンクにならぬ、以下のような当該リンクにおけ
る道路走行に要する費用・時間とバージ船への荷役に
要する費用・時間の和として設定した。

$$u_{fc} = \frac{CFRo}{2} + CORo \cdot (\mu \cdot l_a) + \frac{CFFe}{2} + CHFe_a + vt \cdot \left\{ \frac{l_a}{vRo_a} + THFe_a + \frac{TWFe_a}{2} \right\} \quad (2)$$

u_{fc} : 内航水運接続リンクのコスト関数 (US\$/TEU) ,
 $CFRo$: トレーラによる国際海上コンテナ輸送運賃のう
ち固定費用分 (US\$/TEU) ,
 $CORo$: トレーラによる国際海上コンテナ輸送運賃のう
ち距離比例分 (US\$/TEU) ,
 μ : 距離に乗じるパラメータ (本研究では 1.5 に設定す
る) ,
 $CFFe$: バージ船による国際海上コンテナ輸送運賃のう
ち固定費用分 (US\$/TEU) ,
 $CHFe_a$: バージ船の荷役に要する費用 (US\$/TEU) ,
 vRo_a : トレーラの走行速度 (km/hour) ,
 $THFe_a$: バージ船の荷役に要する時間 (hour) .

さらに、内外積替リンクのコスト関数は以下のよう
に設定した。

$$u_{tr} = CORo \cdot (\mu \cdot l_a) + \frac{CFFe}{2} + CHTr_a + vt \cdot \left\{ \frac{l_a}{vRo_a} + THTr_a + \frac{TWFe_a}{2} \right\} \quad (3)$$

u_{tr} : 内外積替リンクのコスト関数 (US\$/TEU) ,
 $CHTr_a$: バージ船とコンテナ船の間のトランシップに
要する費用 (US\$/TEU) ,
 $THTr_a$: バージ船のトランシップに要する時間 (hour) .

最後に、国境抵抗の設定においては、書類準備の費
用と時間は考慮せず、越境費用のみ世界銀行データ¹⁴⁾
を参考にし、越境時間に関してはインタビュー調査を
もとに個別に定めることとした。

b) 入力データの設定

入力データについては、カンボジアを対象とした物
流シミュレーションモデルの先行研究である Shimada et
al.³⁾ および Shibasaki et al.⁴⁾ における設定 (2010 年時点) を
2016 年時点に更新することを基本とし、さらに以下の
点について変更を加えた。

はじめに、地域間コンテナ貨物輸送需要に関しては、
輸出と輸入の傾向が大きく異なるカンボジアの特性を考
慮し、それぞれ別の指標をもとにカンボジアの各地域の
シェアを算出した。具体的には、輸入においては、入手
可能な最新データであった2011年の県別売上¹⁵⁾に2011年か
ら2016年までの人口増加率を乗じることで算出した。一
方、輸出においては、さらに千平米以上の工場に勤務し
ている人の割合を乗じ、またバベット税関における輸出
コンテナ貨物の発地内訳データに基づきスバイリエン
(Svay Rieng) 県の貨物について補正を行った。

また、海上輸送ネットワークデータについては、
Shimada et al.³⁾ および Shibasaki et al.⁴⁾ では含まれていた内航
水運ネットワークを、Shibasaki and Kawasaki³⁾ および柴
崎・川崎⁶⁾ にならぬ背後圏輸送ネットワークサブモデル
に移したことに伴い、プノンペン (Phnom Penh) を対象
から外した。また、MDSデータ¹⁵⁾ 上での寄港実績などを
もとに、クアンタン (Kuantan) を対象から外し、ベト
ナムのダナン (Da Nang) およびクイニョン (Qui Nhon) ,
ミャンマーのヤンゴン (Rangoon) を新たに追加した。

背後圏輸送ネットワークに関しては、Shibasaki et al.²⁾
で用いられたネットワークデータのうち、タイ、カンボ
ジアおよびベトナム南部のものを抽出し、一部のリンク
の設定を変更し、新たに地方の国道や環状道路などのリ
ンクを追加した。なおここには、Shimada et al.³⁾ および Shi
basaki et al.⁴⁾ では省略されていたカンボジア国内の鉄道ネ
ットワークも含まれる。また上述の通り、内航水運ネッ
トワークを海上輸送サブモデルから移動した。国境抵抗
に関しては、越境費用については、世界銀行データ⁸⁾ の
値をもとに、保税輸送などの影響を考慮するためにキャ
リブレーションを行った結果、内陸輸送においてはその
0.8倍、内航水運においては0.6倍したものをを用いた。ま

た越境時間については、現地調査結果に基づき、内陸輸送においては6.0 (hour) , 内航水運においては4.0 (hour) と設定した。本研究で用いる背後圏ネットワークを、図-3に示す。

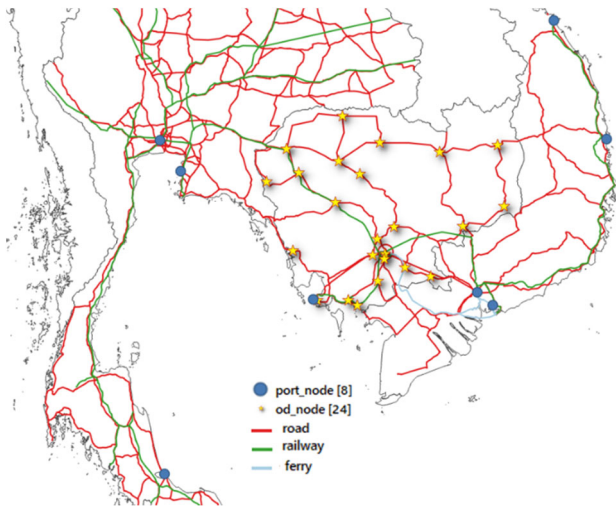


図-3 本研究のモデルにおける背後圏輸送ネットワーク

(3) モデルの解法

全体解法に関しては、Shibasaki and Kawasaki⁹⁾ および柴崎・川崎⁹⁾の方法をそのまま用いる。

具体的には、本モデルは確率ネットワーク配分を上位問題、利用者均衡配分問題を下位問題とする入れ子構造となっているが、2つの下位問題に関しては凸関数のため解が一意に定まる一方で、上位問題については、一度に解を得るのが難しく、解の一意性も保証されていない。よって、海上輸送需要と背後圏輸送需要を所与として下位問題を解き、アウトプットされた海上輸送ネットワークサブモデルの輸送時間と背後圏輸送ネットワークサブモデルの一般化費用を上位問題のインプットとして上位問題を解く、という一連の手順を一回のモデル計算とし、上位問題および下位問題のアウトプットが一定の範囲に収束するまで繰り返し計算を行い、最終的な計算結果を得るものとする。

5. 現状再現性の確認

(1) GTAPモデル

本研究におけるRecursive Dynamic GTAP Modelの計算によって得られたbaselineシナリオにおけるカンボジアの輸出額および輸入額の予測値を図-4および図-5に示す。これらの図においては、シナリオによる予測値を2011年基準とした伸び率に換算して示している。それぞれの図中の緑色の折れ線が本研究による予測値であり、黄色の折れ線は2011～2016年間の実績値である。実績値はUN

Comtrade¹⁰⁾による値を用いた。

本研究の予測値を2011～2016年間の実績値と比較すると、輸出額の伸びにおいては概ね実績値と一致しているものの、輸入額の伸びについては過小推計となっている。このような推計結果になった要因としては、シハヌークビル経済特区などを始めとする複数の経済特区の開所と、それによる外国企業の進出などが考えられる。これらの経済特区に進出した企業はカンボジアの産業を急速に発展させるとともに、中間財の輸入を増加させたと考えられる。しかし、GTAPモデルにおいては産業連関が一定であり、このような変化は考慮できない。このことが、実績値が推計値を上回る結果になった一つの要因であると考えられる。

また、推計された全世界での輸出額および輸入額の伸び率は1.36倍であった。

このように推計値と実績値との間で多少のズレはあるものの、明らかに異常な推計結果が出ているわけではなく、推計としての結果は概ね妥当であると言える。

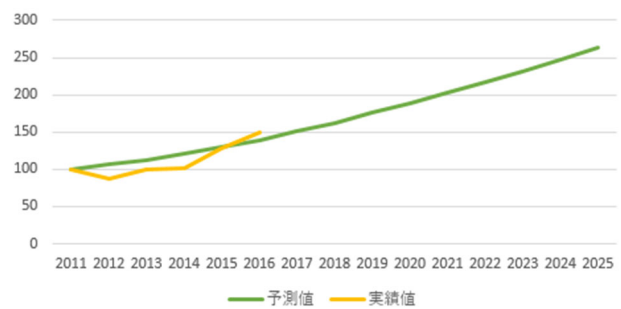


図-4 baselineシナリオによるカンボジア輸出額の予測値 (2011年を100とする)

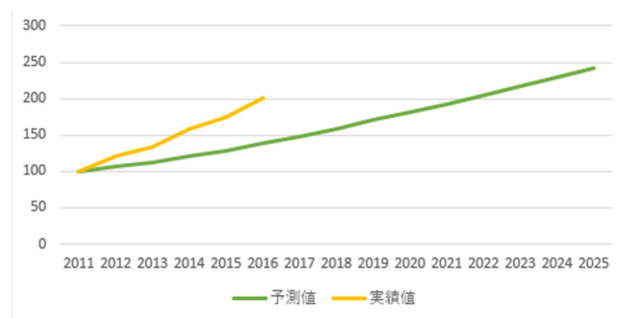


図-5 baselineシナリオによるカンボジア輸入額の予測値 (2011年を100とする)

(2) インターモーダル国際物流モデル

はじめに、インターモーダル国際物流モデルの計算を行った結果、下位問題の両サブモデルにおける均衡計算、および上位問題と下位問題の繰り返し計算について、いずれも計算が一定の範囲に収束していることを確認した。

次に、カンボジア国内および周辺のコンテナフローの推計結果を以下の図-6 に示す。図より、カンボジアを発着とする貨物は、隣接国の港湾を経由するルートも含めた複数のルートを利用していることが分かる。また、鉄道や内航水運に関しても一定程度利用されていることが分かる。

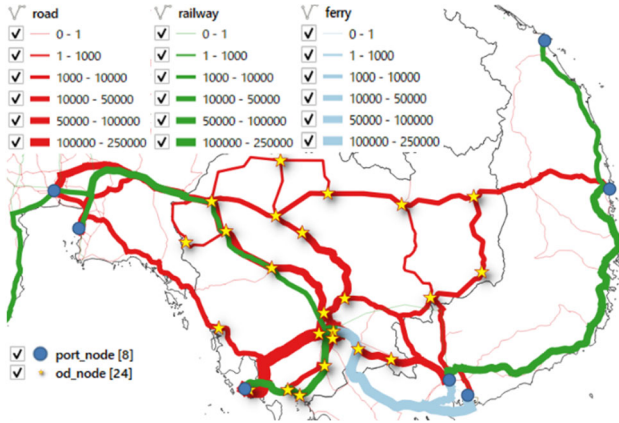


図-6 背後圏輸送ネットワークにおいて推計されたコンテナフロー (TEU/年)

そこで、インターモーダル国際物流モデルにより推計されたカンボジア発着の国際海上コンテナ貨物の輸出入経路のシェアについて、現地調査によって得られた港湾統計や税関データによる現状値と比較した結果を図-7 および図-8 に示す。

輸出と輸入のグラフのそれぞれにおいて、上段が現状値 (observed) , 下段がモデルによる推計値 (estimated) である。なお、ポイペトを経由するルート4のシェアについては、有効なデータが入手できなかったため、現状値が示されていないことに注意されたい。

推計値と現状値を比較すると、ルート3のシェアが現状に対して輸出入とも小さく推計されているものの、現状値が不明であるポイペトを除くと、ルート3のシェアは輸出59.0%、輸入61.6%となり、現状値に近い値になる。

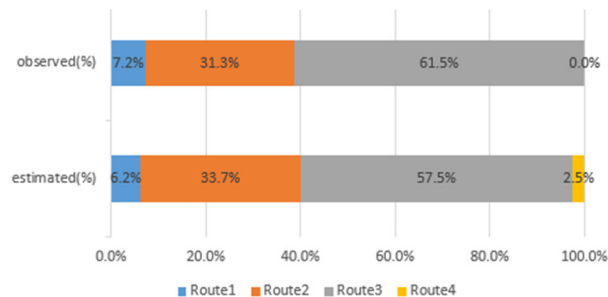


図-7 輸送ルート別コンテナ貨物シェア (輸出, 2016年)

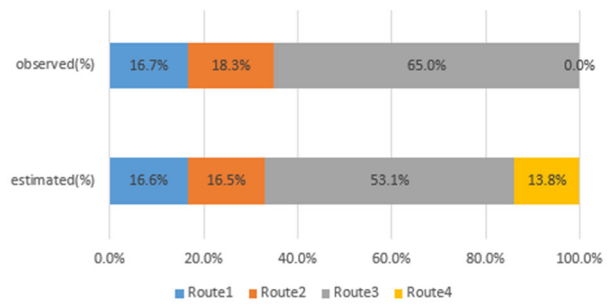


図-8 輸送ルート別コンテナ貨物シェア (輸入, 2016年)

次に、シハヌークビル港を経由するルート3における道路と鉄道の利用シェアの推計結果を図-9 および図-10 に示す。

モデルの推計結果と現状値を比較すると、特に輸入において鉄道が過大に推計されている。鉄道が過大に推計されている理由としては、モデルでは考慮できていない要素として、実際には定時性の確保などに課題があり鉄道の信頼性が低いこと、荷主への鉄道輸送の宣伝が不十分でありトレーラ輸送から鉄道輸送への移行が十分に進んでいないことなどが考えられる。

また同様に、ポイペトを経由するルート4における道路と鉄道の利用シェアの結果を図-11に示す(ルート4においては現状値が不明なため、推計値のみを示している)。推計された鉄道の利用シェアをルート3の鉄道シェアと比較すると、輸出と輸入の双方においてルート4の方が鉄道の利用シェアが大きいことが分かる。これは、ルート4の方が輸送距離が長いことから、長距離になるほど道路より運賃が安くなる鉄道の利点が表れているためと考えられる。

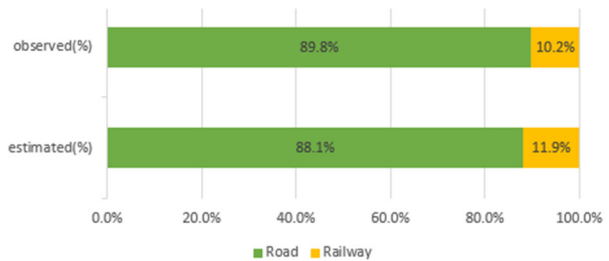


図-9 ルート3における道路と鉄道の利用シェア (輸出, 2016年)

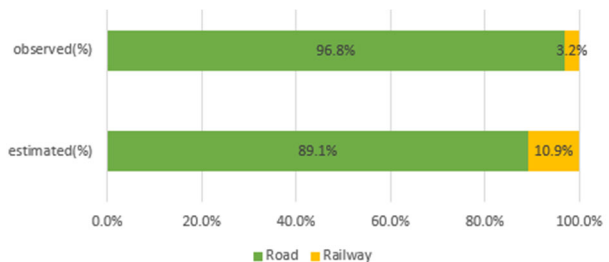


図-10 ルート3における道路と鉄道の利用シェア (輸入, 2016年)

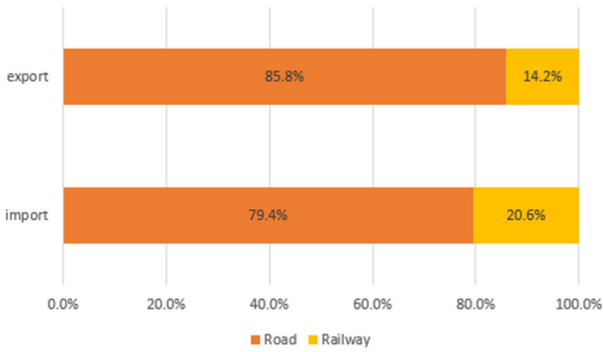


図-11 ルート4における道路と鉄道の利用シェア (輸出入, 2016年)

以上のように、推計値と現状値で若干の差異はあるものの、輸送ルート別のシェアにおいては輸出と輸入でルート1とルート2のシェアが大きく異なるという現状と一致しており、モデルは概ね現状を再現できていると言える。

6. モデルを用いた将来政策分析

はじめに、Recursive Dynamic GTAP Modelの推計結果に基づいて2025年時点の貨物輸送需要データを作成し、インターモーダル国際物流モデルに入力して将来シミュレーションを行った。その結果をbaseシナリオとし、さらに種々の政策を加味したシナリオ分析を行って、政策の影響によるコンテナフローの変化をみる。

(1) 将来シミュレーション

将来シミュレーションを行うために、2025年における将来貨物輸送需要および将来ネットワークデータを作成する必要がある。

まず、将来貨物需要輸送データは、2016年時点のコンテナ貨物輸送需要に、各国における2016年から2025年までの輸出入の伸び率の予測値を乗じることによって推計する。このうち、2016年時点のコンテナ貨物輸送需要に関しては4.(2)で説明したデータを用い、各国における輸出入の伸び率に関しては、5.(1)で述べたbaselineシナリオのアウトプットを用いるものとする。ここで、将来伸び率については、品目別のコンテナ貨物の割合（コンテナ化率）をIHS社提供のWorld Trade Serviceデータより算出し、それをGTAPモデルで用いた品目区分ごとに集計して上記のアウトプットに乗じることによって、コンテナ貨物に限定した品目別の伸び率を得た。なおその結果、世界全体の2025年までのコンテナ貨物輸送需要の伸び率は、約1.36倍となった。

また、将来ネットワークデータに関しては、今回は比較的短期の将来における推計であることから、海上輸送ネットワークデータについては、容量（コンテナ船サイズ）の増加等は特に考慮せず、2016年時点と同様の航路データを用いた。また背後圏輸送ネットワークについては、いずれも2025年までに完成予定である、プノンペン—シハヌークビル間およびプノンペン—バベット間的高速道路、およびプノンペン近郊の環状道路および鉄道を追加した。ここで、高速道路料金は、現在はカンボジアに高速道路が存在せず実績値が得られないことから、インタビュー調査の結果から0.20 (US\$/km/TEU) と想定した。

将来シミュレーションによって計算された、カンボジア国内および周辺のコンテナフローの推計結果を、図-12に示す。図に示される通り、全体的な傾向は2016年時点と同じである。図-13 および図-14 に示す輸送ルート別輸出入コンテナ貨物量の推計結果をみても、各ルートともほぼ同じ割合で輸送量を伸ばしており、特定のルートのみが大きく輸送量を伸ばすことはなく、シェアはそれほど変化していないことが分かる。

また、新設した高速道路リンクおよび環状道路リンクについてフローをみると、環状道路リンクにはある程度の量の貨物が流れているものの、高速道路リンクには全く貨物が流れていない。この原因としては、上記で設定した高速道路の利用料金が高すぎるといことが考えられる。このことを確認するために、後のシナリオ分析では高速道路の利用料金を段階的に引き下げたシミュレーションも行う。

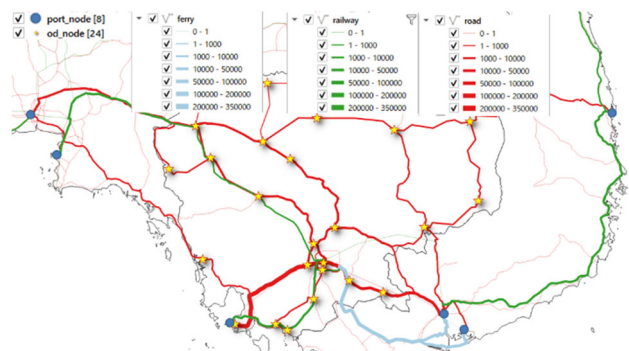


図-12 背後圏輸送ネットワークにおけるコンテナフローの将来推計結果 (TEU)

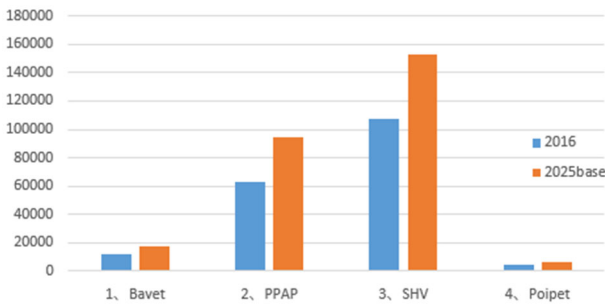


図-13 輸送ルート別コンテナ貨物輸出货量 (TEU)

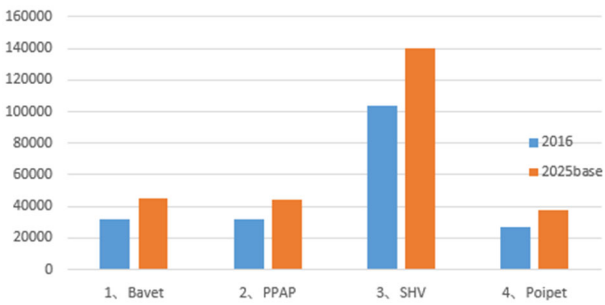


図-14 輸送ルート別コンテナ貨物輸入量 (TEU)

(2) シナリオ分析

本研究では、カンボジアにおいて今後想定される関連政策をふまえ、以下の5つのシナリオについてシミュレーションを実施した。

- S1：特別特惠関税の撤廃
- S2：バベット国境の改善
- S3：ポイペト国境の改善
- S4：シハヌークビル港の改善
- S5：複数方面の政策の同時実施

以下で各シナリオの設定と結果を述べる。

a) S1：特別特惠関税の撤廃

GTAPモデルのpolicyシナリオとして、EUおよび日本がカンボジアに対する特別特惠関税措置を撤廃した場合を想定し、その結果をもとに、国際物流モデルを用いてコンテナ輸送量を推計する。

本研究においては、カンボジアに対する特別特惠関税措置が近い将来に撤廃されることを想定し、EUおよび日本がカンボジアからの輸入に対して通常の税率を適用するようになった場合の、カンボジアの輸出額の変化を分析する。ここでは、EUにおいては2020年に縫製品目の特別特惠関税措置が撤廃され、日本においては2021年に撤廃されるものと想定する。特別特惠関税撤廃後の税率に関しては、EUおよび日本がそれぞれベトナムからの輸入に関して現状で設定している税率と同一の税率を適用する。

まず、GTAPにおけるbaselineシナリオとpolicyシナリオについて、カンボジアの主要輸出品目である縫製品の輸出額の推計結果を以下の図-15に、また2025年の推計結

果を表-3に示す。また、カンボジアの輸出相手国別の輸出額におけるpolicyシナリオとbaselineシナリオの差について、図-16に示す。

図-15より、特惠関税の撤廃を想定した2019~2020年頃を境に、特に繊維、皮革製品の輸出額についてpolicyシナリオがbaselineシナリオをかなり下回る結果となっていることがわかる。表に示す2025年の推計結果に着目すれば、カンボジアに対する特別特惠関税が撤廃されると、繊維、アパレル、皮革の各製品において、それぞれ12%、2%、33%ほど輸出が減少すると予測される。これら3製品の合計においては、7%の減少と予測されている。アパレル製品においてbaselineとpolicyの差が小さいことや、アパレル製品は今後も輸出において大きく伸びると推計されていることから、アパレル製品に関しては特別特惠関税が撤廃されたとしても十分に競争力を保てるということが考えられる。一方で、繊維製品や革製品においてはアパレル製品ほどの輸出の伸びもなく、baselineとpolicyの差も開いていることから、特別特惠関税の撤廃による影響を受けやすいと考えられる。また、図-16より、日本や欧州への輸出は減少している一方で、アメリカへの輸出が増加していることが分かる。このように、特別特惠関税の撤廃によりカンボジアの主要な輸出相手国である日本やEUへの輸出が減少したとしても、その分を他の地域への輸出である程度補えるということが示された。

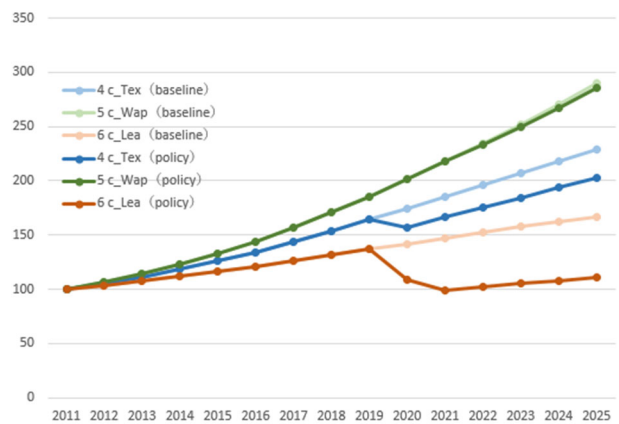


図-15 baselineおよびpolicyシナリオにおけるカンボジアの縫製品輸出額の将来推計値 (2011年を100とする)

表-3 baselineおよびpolicyシナリオにおけるカンボジアの縫製品輸出額推計値 (2025年) の比較 (百万ドル)

品目	baseline	policy	policy / baseline
c_Tex (繊維)	4671.32	4133.87	0.88
c_Wap (アパレル)	11444.57	11249.25	0.98
c_Lea (革)	1269.06	845.42	0.67
合計	17384.95	16228.53	0.93

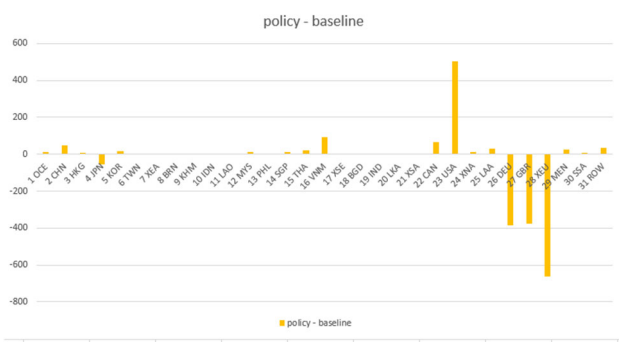


図-16 2025年におけるカンボジアの相手国別輸出額の変化 (百万ドル)

さらに、policyシナリオの推計結果より将来貨物輸送需要を作成し、インターモーダル国際物流モデルによるシミュレーションを行った。図-17に、ルート別の輸出貨物量の推計結果を示す。図より、全てのルートにおいて輸送量がbaselineシナリオ (1)将来シミュレーションの結果) よりも約1割減少する結果となっている。一方で、各ルートのシェアはほとんど変化しておらず、特定のルートのみが大きな影響を受けるといったことは起きていない。

また、輸入においては、policyシナリオにおける輸出の減少に伴い、カンボジア国全体の輸入量が3%減少した。また、各ルートのシェアは、輸出と同様にほとんど変化していない。

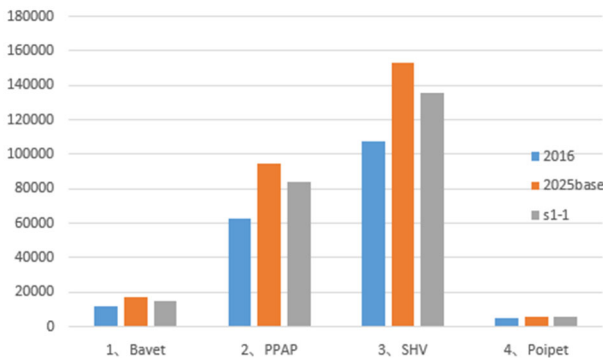


図-17 S1における輸送ルート別輸出貨物量 (TEU)

b) S2 : バベット国境の改善

ベトナムとの陸路の主要国境であるバベットにおいては、図-18に示すように道路状況が悪く、国境の手前にトレーラの待ち行列ができることもあり、国境の通過に時間がかかることが課題になっている。国境通過に時間がかかる原因として、国境道路の通行キャパシティが小さいことや、国境の通関手続きを紙媒体で行っていることが挙げられる。このような現状を改善するために、道路の拡幅やバベットの税関においては手続きの電子化に向けた取り組みを実施しており、2025年までには電子化

が完了する見込みである。電子化することによって手続きの効率化が図れるだけでなく、作業量が減ることなどによって通関費用も削減できると考えられる。



図-18 バベット国境付近の路面状況

以下では、国境の通過時間と費用が削減された時の国境における輸送量の変化を分析することを目的に、表-4に示す通り各シナリオを設定した。具体的には、通過時間が5割減、通過費用が2割減になったと想定する (S2-1)。また、プノンペンーバベット間においては高速道路の建設も予定されていることから、上記に加えて高速道路の完成を想定したシナリオも用意する。なお、高速道路料金に関しては、前節の将来シミュレーションにおける設定 (0.20 US\$/km/TEU) では貨物が全く流れないことが想定されるため、0.10 (US\$/km/TEU) または0.05 (US\$/km/TEU) と設定する。

図-19および図-20に、各シナリオで推計されたルート1の輸出入貨物量を示す。図より、S2-1で想定した国境における時間および費用の削減が、ルート1の輸送量を大きく増加させることがわかる。一方で、S2-2およびS2-3で想定した高速道路の建設は輸送量増加にほとんど影響しない。ただし、S2-2においては高速道路を流れる貨物フローは輸出入ともに0と推計された一方で、S2-3において高速料金を引き下げると、輸出入ともに一定量の貨物が高速道路に流れる。すなわち、利用料金の設定により、高速道路の利用率が大きく異なる結果となった。

表-4 バベット国境改善シナリオ (S2) の設定

シナリオ	国境の通過時間・費用	高速道路
S2-1	通過時間は0.5倍 通過費用は0.8倍	未完成
S2-2	通過時間は0.5倍 通過費用は0.8倍	完成 (料金は0.10 (\$/km/TEU))
S2-3	通過時間は0.5倍 通過費用は0.8倍	完成 (料金は0.05 (\$/km/TEU))

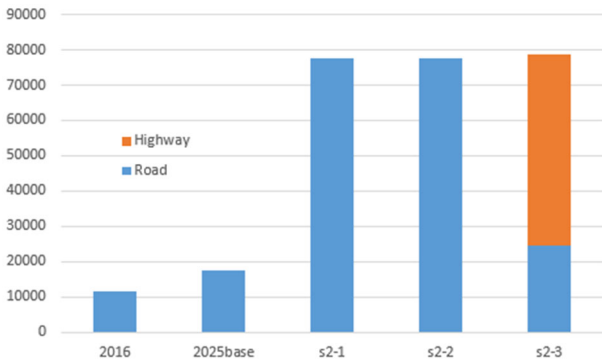


図-19 S2各シナリオにおけるルート1の輸出貨物量 (TEU)

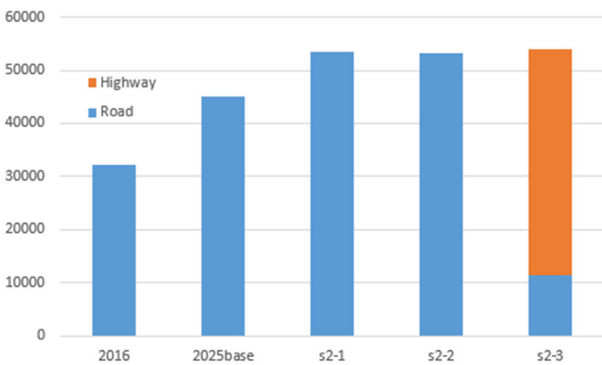


図-20 S2各シナリオにおけるルート1の輸入貨物量 (TEU)

また、図-21および図-22に、S2-3におけるルート別輸送量の推計結果を示す。図より、輸出入ともにルート1の輸送量が増加したことに伴い、プノンペン経由（バークス輸送）のルート2やシハヌークビル経由のルート3の輸送量が減少していることが分かる。特に輸出においては、ルート2の輸送量が半分以上も減少している。一方で、ポイペト経由のルート4の輸送量はあまり大きな変化はない。以上より、バベット経由の陸上輸送は、特に輸出においてプノンペン経由のバークス輸送と競合していることが示唆される。

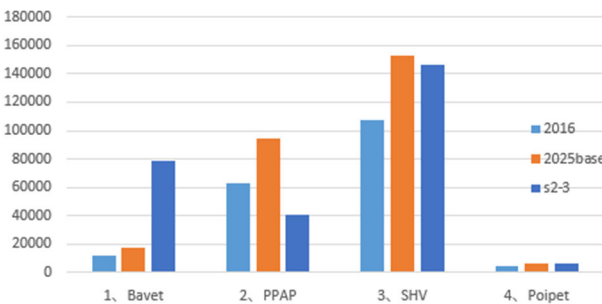


図-21 S2におけるルート別輸出貨物量 (TEU)

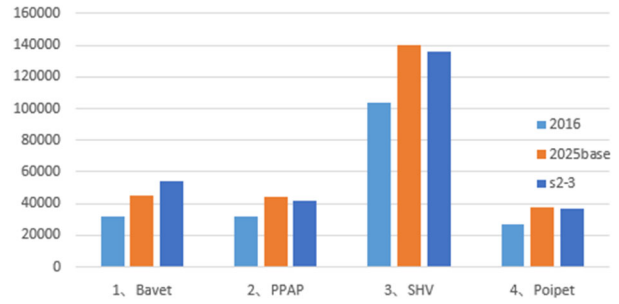


図-22 S2におけるルート別輸入貨物量 (TEU)

c) S3：ポイペト国境の改善

タイとの陸路の主要国境であるポイペトにおいても、バベット国境と同様に混雑が激しいことが問題となっており、その解決策として図-23に示すスタンボット (Stung Bot) 新国境の建設が計画されている。新国境の建設は、現時点においてはほとんど工事が進んでいないものの、現在の計画では、2025年までには新国境が完成する見通しとなっている。スタンボット国境が開通した場合、鉄道以外の陸上貨物はすべてスタンボット国境を通過する予定となっている。一方で鉄道に関しても、プノンペン—ポイペト間の貨物便の増発やタイ国内への直通などが検討されている。



図-23 建設途中のスタンボット新国境

以下では、新国境の開通により国境の通過時間と費用が削減された時の国境における輸送量の変化を分析することを目的に、表-5に示す通り各シナリオを設定した。具体的には、バベットと同様に、通過時間が5割減、通過費用が2割減になったと想定し、国境をトレーラで通過する貨物は全てポイペトではなくスタンボットを通過するようにモデルの設定を変更する (S3-1)。また、鉄道に関しては、現状ではプノンペン—ポイペト間の頻度が週1便であり、国境の直前で一旦トレーラへの貨物の積み替えを行う必要があるのに対し、将来的にはプノンペン—ポイペト間の頻度の増加 (S3-2) とタイ国内の鉄道への直通 (S3-3) が段階的に生じると想定する。これらは2025年までには実現しない可能性が高いものの、施策の効果が大きいと想定されることから考慮する。

図-24および図-25に、S3各シナリオにおいて推計され

たポイペト国境の輸出入貨物通過量を示す。図より、国境およびポイペト地域の交通状況が改善するにつれて、輸出入ともにポイペト通過貨物の輸送量が増加することが分かる。特にシナリオ別に見ると、S3-3の鉄道の直通の効果は非常に大きく、特に輸出においてはそれまでの輸送量の3倍程度の貨物がルート4を利用するという結果になっている。これは、S3-3においてはポイペト国境の手前で鉄道の積み替えを行う必要がなく、時間と費用を大きく削減できるためと考えられる。逆に言えば、S3-2においては、頻度が増加したとしてもポイペトの手前で一度鉄道からコンテナを卸す必要があるため、鉄道の利用が進まないことが示唆される。

表-5 ポイペト国境改善シナリオ (S3) の設定

シナリオ	国境の通過時間・費用	鉄道頻度	タイ国内への鉄道直通
S3-1	通過時間は 0.5 倍 通過費用は 0.8 倍	週 1 便	無し
S3-2	通過時間は 0.5 倍 通過費用は 0.8 倍	週 7 便	無し
S3-3	通過時間は 0.5 倍 通過費用は 0.8 倍	週 7 便	有り



図-24 S3各シナリオにおけるルート4の輸出貨物量 (TEU)

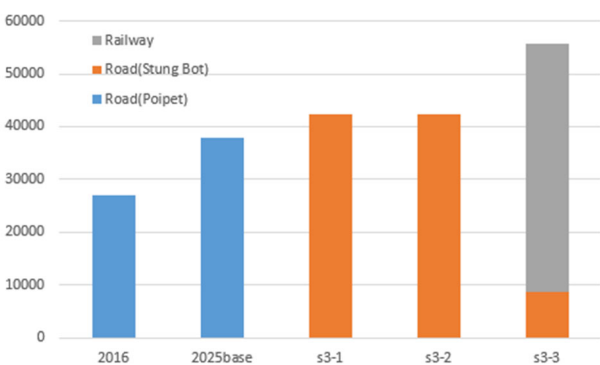


図-25 S3各シナリオにおけるルート4の輸入貨物量 (TEU)

d) S4 : シハヌークビル港の改善

シハヌークビル港 (図-26) においては、ここ数年で寄港するサービスの数が急増しており、コンテナ取扱量

は現在の港湾取扱能力である年間約50万TEUを既に上回っている。

このため、実際のターミナルにおいては、正規の場所以外にもコンテナが置かれていたり、ガントリークレーンとターミナル内のトレーラの連係が取れていなかったりと、荷役効率が良いとは言い難い状況である。このような状況を改善するために、現在は港湾EDI (入出港届や係留施設使用届等の行政手続を電子的に処理するシステム) の導入やオペレーションの改善といった港湾リードタイムの改善に向けた取り組みや、新たなコンテナターミナルの建設などが進められている。また、増え続ける貨物需要に対応するために、さらなるコンテナターミナルの増設や、大型船舶も寄港できるような水深の深いターミナルの建設も長期的に計画されている。

また、シハヌークビル港へのアクセス路であるカンボジア国道4号線についても、図-27に示すように、整備状況は良好とは言えず、交通量も非常に多い。また、ほぼ全ての区間が片側1車線であり、プノンペン—シハヌークビル間は距離にして約200kmしかないものの、走行に7時間以上を要するという現状である。このような状況への対応策として、港の改善と同時に港までのアクセスの改善も計画されており、高速道路の建設だけでなく、プノンペン—シハヌークビル間の鉄道の頻度を増加させることなども計画されている。



図-26 シハヌークビル港コンテナターミナル



図-27 国道4号線の状況

以上のような背景を考慮し、シナリオ4においては、表-6に示すとおり各シナリオを設定した。

港湾リードタイムについては、現状は輸出入ともに48時間と設定されているものが、24時間に半減すると想定する（S4-1）。さらにS4-2においては、高速道路料金についてはbaseの半分の0.10（US\$/km/TEU）になると想定し、鉄道については1日あたり3便（週21便）になると想定する。また、新ターミナルの拡張効果については、同時に停泊できる船舶の数が増えることから、寄港するサービスの頻度が2倍になると想定した（S4-3）。さらに、S4-4においては、実際に実現するのは2025年よりも先と想定されているものの、参考として、欧州航路や北米航路に使用される大型船舶がシハヌークビル港にも寄港可能になることを想定した。具体的には、タイランド湾奥に位置するタイのレムチャバン港に2016年時点で寄港する欧州航路および北米航路のサービス（2016年時点の最大船腹量10,084TEU）が、すべてシハヌークビル港にも寄港すると設定した。

表-6 シハヌークビル港改善シナリオ（S4）の設定

シナリオ	港湾リードタイム	高速道路料金	鉄道頻度	新ターミナルの建設効果
S4-1	輸出入ともに24時間	0.20 (\$/km/TEU)	週6便	無し
S4-2	輸出入ともに24時間	0.10 (\$/km/TEU)	週21便	無し
S4-3	輸出入ともに24時間	0.10 (\$/km/TEU)	週21便	寄港サービスの頻度2倍
S4-4	輸出入ともに24時間	0.10 (\$/km/TEU)	週21便	寄港サービスの頻度2倍と大型船舶寄港

図-28および図-29に、S4各シナリオにおいて推計されたシハヌークビル港の輸出入貨物量を示す。S4-2以降の結果から、料金を0.10（US\$/km/TEU）に引き下げると輸出入ともに高速道路が利用されるということが分かる。このことから、S2のパベット国境シナリオと同様、高速道路の利用に関しては料率の設定が非常に重要であることが示唆される。

図-29に示される輸入については、各シナリオにおけるシハヌークビル港の取扱量にそれほど大きな変化は見られない。これより、シハヌークビルにおいてはアジア域内航路のサービス数がホーチミンやレムチャバンに比べて少ないため、港湾の改善を施してもシェアを上げるころまでは難しい状況が推察される。

一方で、図-28に示される輸出については、港湾施設の改善による影響が大きく、特に欧州航路と北米航路のサービスが寄港するS4-4においてはその影響が大きい。ルート3における輸出シェアについてみても、2025baseの

56.5%からS4-4の70.0%へと増加している。このことから、欧州や北米へトランシップなしで輸出できるようになれば、陸上の国境を越える必要のないシハヌークビル港がかなり有利になることを示している。

以上のように、シハヌークビル港が今後輸送量を伸ばして発展していくためには、港湾オペレーションの改善や新規ターミナルの建設をなるべく早く完了させ、多くのサービスに寄港してもらえるように務めることが鍵であると考えられる。

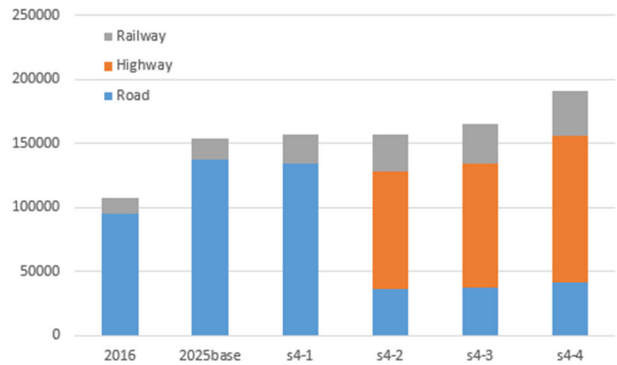


図-28 S4各シナリオにおけるルート3の輸出貨物量（TEU）

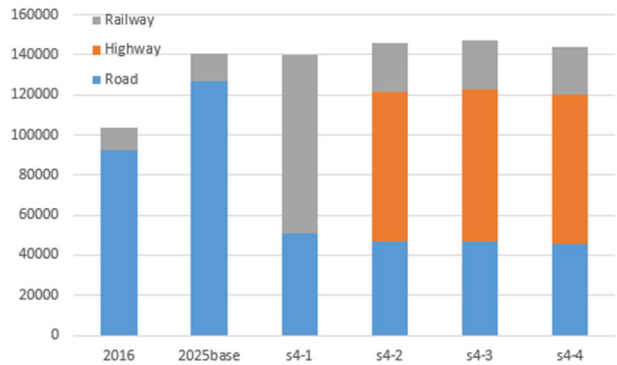


図-29 S4各シナリオにおけるルート3の輸入貨物量（TEU）

e) S5：複数方面の政策実施

最後に、ここまで各国境や港湾ごとに行ってきた政策シミュレーションを統合し、複数ルートについて同時に改善政策を実施するシミュレーションを行う。具体的な設定としては、各ルートにおいて分析したシナリオ設定のうち、2025年までに実現可能性が高い以下のシナリオを適用した。

- ・パベット国境における通過費用および通過時間の削減
- ・スタンボット新国境の開通およびそれに伴う通過時間および通過費用の削減
- ・シハヌークビル港における港湾リードタイムの半減
- ・国内各地の高速道路料金を0.10（US\$/km/TEU）に設定
- ・プノンペン—シハヌークビル間の鉄道頻度を週21便とする

・シハヌークビルに寄港する定航サービスの頻度を2倍にする

図-30および図-31に、推計された輸送ルート別の輸出入貨物量を示す。図より、2025baseとS5の値を比較すると、輸出においてはバベットの輸送量が大きく増加し、シハヌークビルやポイペトの輸送量も微増している。また輸入においては、バベットやポイペトの輸送量が増加する一方で、シハヌークビルの輸送量は減少している。また、何も改善が施されていないプノンペン（河川輸送）においては、輸出入ともに輸送量が減少する結果となっている。このことから、輸入においてはシハヌークビル港の改善による影響よりもバベットやポイペトの国境の改善の影響の方が大きいということになる。ただし、このような結果となったのは、現状のシハヌークビルに寄港するコンテナ定航サービスの数が少ないことが原因として考えられる。シハヌークビルに寄港する定航サービスは2016年現在で週あたり13便であり、2倍の26便になったとしても、ホーチミンの66便やレムチャバン75便には遠く及ばない。このことが、海上輸送サービスの利便性の観点からいってシハヌークビル港が不利となる原因と思われる。逆に言えば、欧米航路の就航等によりこの点がある程度解消されれば、陸上国境の通過を要するホーチミンやレムチャバンに比べて利便性がより高まり、シハヌークビルのシェアが大きくなることも考えられる。

一方で、利用する港湾が分散されているという事実は、カンボジア国全体から見れば、あるルートが何らかの影響で使用不能になっても他のルートで代替可能ということを示している。このような観点からいえば、シハヌークビルだけでなく国境のバベットやポイペトの状況も改善されていくことが望ましい。

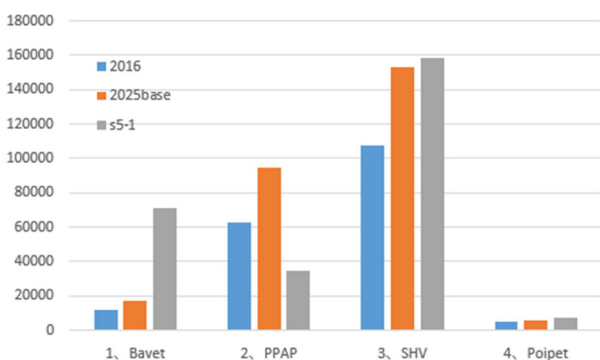


図-30 S5における輸送ルート別輸出貨物量 (TEU)

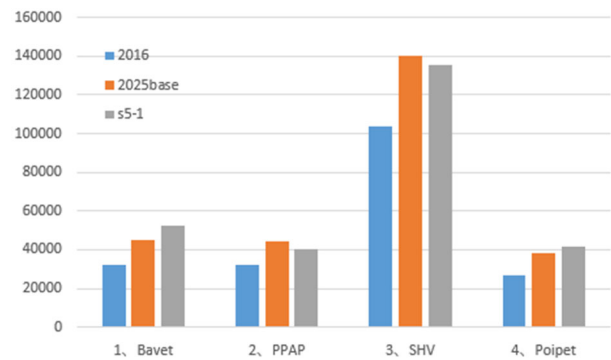


図-31 S5における輸送ルート別輸入貨物量 (TEU)

7. 結論および今後の課題

本研究では、国際経済モデルとインターモーダル国際物流モデルの2つのモデルを用いて、カンボジアを中心とするメコン下流域の将来時における国際海上コンテナフローを推計した。本研究のように、陸上輸送と海上輸送の両モードを跨いだ実用的な国際物流シミュレーションの研究は他にあまり例がなく、モデルの構築は有用と言える。

国際物流モデルに関しては、Shibasaki and Kawasaki⁵⁾および柴崎・川崎⁶⁾のモデルをベースとし、カンボジアを中心とする対象地域に当てはめるために、Shimada et al.³⁾および Shibasaki et al.⁴⁾の設定等に基づき一部変更した。特に、鉄道や高速道路リンクの追加、内航水運リンクの修正、国境における通過時間および通過費用の設定の変更などを行った。また、コンテナ貨物輸送需要の将来値の推計にあたっては、実務でよく利用される空間的応用一般均衡モデルとして知られるGTAPモデル (Recursive Dynamic GTAP Model) を用いて、カンボジアを中心とした全世界の貿易額の伸び率を推計し、その結果を利用した。そして、上記によって構築したモデルをカンボジアとその周辺地域に適用して計算を行い、得られた推計結果を実績値と比較し、モデルが概ね現状を再現することを確認した。

さらに、構築したモデルを用いて、カンボジアにおける種々の経済政策や物流政策に関するシナリオ分析を行い、シナリオごとにコンテナフローを推計した。また、推計されたコンテナフローの変化をもとに、輸送量の変化に大きな影響を与える政策の抽出や、コンテナ貨物量を増やすために有効な政策の提言を行った。

以上が本研究による成果である一方で、いくつかモデル上の課題も残っており、モデルを用いたさらなる分析も必要である。

まず、GTAPモデルにおいては、将来に渡って産業連関が変化しないという前提のもとでモデルの計算が行わ

れているため、今回のように急速な経済発展が起こる後進国などを対象とする際には、推計結果が大きすぎてしまう可能性がある。産業構造の変化等をどのようにモデルに反映させていくかに関しては今後の課題といえる。

国際物流モデルにおいては、キャパシティの設定に関していくつかの課題が挙げられる。まず、現状では港湾におけるキャパシティが設定されておらず、港湾混雑の影響が直接には考慮できない。港湾における混雑を考慮するには、コンテナフローの変化に応じて混雑度が上昇するような混雑関数を設定することが望ましい。さらに、道路におけるキャパシティは、コンテナ輸送に使われるトレーラのみを考慮した設定になっているものの、実際のモデル計算上ではキャパシティにかなり余裕があり、キャパシティの設定に関する検討が不十分である。実際に、例えばプノンペンーシハヌークビル間の国道4号線においては頻繁に渋滞が発生し、混雑による影響で何時間も到着が遅れるということがよくあるものの、モデルの計算ではこのような道路リンクの混雑の影響を直接には考慮できていない。

また、本研究で構築したモデルを用いて、ベトナムとタイの間の陸上コンテナ輸送の分析を行うことも今後の課題である。カンボジアは、東南アジアの南部経済回廊の一員としてベトナムやタイとの結びつきをより一層強めようと種々の政策を実施しており、ベトナムからカンボジアを経由してタイまで陸路でコンテナを運ぶサービスを提案している企業もあるなど、このような分析を行うニーズはあると考えられる。加えて、本研究で構築したモデルの活用により、今回行ったシナリオ分析以外にも、様々な政策の分析を行えると考えられることから、引き続き新たなシナリオを設定してシミュレーションを行っていくことも今後の課題である。

参考文献

- 柴崎隆一, 渡部富博. 東・東南アジア地域におけるマルチモード国際物流モデルの構築とアセアン物流インフラ施策の評価: 国土技術政策総合研究所研究報告, 第40号, 2009.
- Shibasaki, R., Watanabe, T., Araki, D.: How is model accuracy improved by usage of statistics? – An example of international freight simulation model in East Asia –, *Asian Transport Studies*, 1, pp.33–45, 2010.
- Shimada, T., Shibasaki, R., Kume, H., Suzuki, M.: Implications for better container transit in the Lower Mekong River through the field survey and policy simulation, *International Journal of Operations Research*, Vol. 14, No. 3, pp.89–106, 2017.
- Shibasaki, R., Shimada, T., Suzuki, M.: Greater Mekong Subregion: Is the Mekong River shipping competitive with other modes? In: *Global Logistics Network Modelling and Policy: Quantification and Analysis for International Freight* (Eds. by R. Shibasaki, H. Kato and C. Ducruet), Chapter 11, Elsevier, 2020 (to be published)
- Shibasaki, R., Kawasaki, T.: International intermodal container shipping network in South Asia: Modelling and policy simulations, *International Journal of Shipping and Transport Logistics* (accepted)
- 柴崎隆一, 川崎智也. 南アジア地域を対象としたインターモーダル国際物流モデルの構築と政策分析: 国土技術政策総合研究所研究報告, 第58号, 2016.
- Shibasaki, R., Watanabe, T.: Future forecast of trade amount and international cargo flow in the APEC region: An application of trade-logistics forecasting model, *Asian Transport Studies*, 2(2), pp.75–89, 2012.
- GTAP: Global Trade Analysis Project. <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/models/default.asp> (2020年1月23日最終アクセス)
- RunDynam – for Recursive Dynamic Model <http://www.copsmodels.com/gprdyn.htm> (2020年1月28日最終アクセス)
- GTAP Data Bases: GTAP 9 Data Base <https://www.gtap.agecon.purdue.edu/databases/v9/default.asp> (2020年1月28日最終アクセス)
- Aguiar, A., Narayanan, B., McDougall, R. An Overview of the GTAP 9 Data Base. *Journal of Global Economic Analysis* 1(1), 181-208, 2016.
- O'Neill, B. C., Kriegler, E., Ebi, K. L., Kemp-Benedict, E., Riahi, K., Rothman, D. S., van Ruijven, B. J., van Vuuren, D. P., Birkmann, J., Kok, K., Levy, M., Solecki, W.: The roads ahead: Narratives for shared socioeconomic pathways describing world futures in the 21st century, *Global Environmental Change*, 42, pp.169-180, 2017.
- McDougall, R. A., Walmsley, T., Golub, A., Ianchovichina, E., Itakura, K.: An overview of the Dynamic GTAP Data Base: The data base construction and aggregation programs, In: *Dynamic Modeling and Applications for Global Economic Analysis* (Eds. by E. Ianchovichina and T. Walmsley), Chapter 4, Cambridge University Press, 2012.
- World Bank Group: Doing Business Website “Trading Across Borders” 2016 Rank, <http://www.doingbusiness.org/data/exploretopics/trading-across-borders> (2020年1月29日最終アクセス)
- MDS Transmodal Ltd.: MDS Containership Databank, August 2016.
- UN Comtrade Database: <https://comtrade.un.org> (2020年1月23日最終アクセス)

(2020.3.8 受付)

FUTURE SIMULATION OF LOGISTICS POLICY IN CAMBODIA USING GLOBAL ECONOMIC MODEL AND INTERMODAL LOGISTICS MODEL

Naoki KOSUGE, Ryuichi SHIBASAKI, Kazumasa SANUI

Cambodia, which is located in the Mekong Subregion in Southeast Asia, has maintained a steady economic growth in the past few years. However, logistics infrastructure in this area is still underdeveloped. For improving this, many projects in the logistics field are planned and implemented in Cambodia.

This research reviews the current status of international container cargo shipping and forecasts the international container cargo flow in Cambodia in 2025, taking the economic growth and progress of these logistics projects into account. The Global Trade Analysis Project (GTAP) model is used for forecasting the growth of cargo shipping demand and the Global Intermodal Logistics Simulation Model (GILSM) is used for estimating the current and future flow of international maritime container cargo.

It is confirmed that the GILSM well reproduces the current flow of containers by comparing the estimated value with the observed data.

As the future policy simulations, the authors examine five scenarios including the abolition of the preferential tariffs, the improvement of border facilitation and related infrastructure in Bavet and Poipet, the improvement of port and related infrastructure in the Sihanoukville port, and simultaneous implementation of these policies, by changing the settings of the GTAP model and the GILSM. Based on these simulation results, the authors select the policies that have a significant effect to change the share and volume of container cargo for each transport route in future.