インターモーダル国際物流モデルを活用した アフリカ大陸における回廊開発・貿易円滑化 効果の分析

たかだゆうき あらきだいし あべまさひろ やざきあやせ おのでらひとし 1 毎日雄暉¹・荒木大志¹・阿部雅浩¹・矢崎綾瀬¹・小野寺仁¹

1パシフィックコンサルタンツ株式会社

アフリカ諸国は自由貿易の深化や世界経済との連結性強化を軸に高い成長が期待される一方, 貿易の活性化に伴い物流インフラの需給ギャップ発生が懸念される。そこで地域の長期の国際 貿易動向や物流の将来状況を明らかにするために、マクロ経済モデル(GTAP)とインターモーダル国際物流モデルを適用し、物流インフラ開発や貿易円滑化施策による効果を定量的に分析した。その結果、回廊開発や貿易円滑化は地域全体に輸送費用削減効果をもたらし、特に内陸国へ大きく裨益することが分かった。またジブチ港背後のジブチ回廊、ダーバン港背後の南北回廊等において将来貨物量に対しインフラ需給ギャップが生じ得ることを示した。

Key Words: アフリカ地域、インターモーダル国際物流モデル、回廊インフラ開発、越 境貿易円滑化、アフリカ大陸自由貿易圏協定、インド太平洋地域

1. 研究の背景と目的

高い経済成長ポテンシャルを秘め、ラストフロンティアとして注目されるアフリカでは、地域全体としての持続的かつ自律的な経済発展に向けて、地域経済統合に向けた動きが加速している。中でも2019年5月末にはアフリカ大陸自由貿易圏(AfCFTA: African Continental Free Trade Area)協定が発効し、7月のアフリカ連合(AU)臨時首脳会議では、その実行段階への移行が宣言された。今後、域内55の国・地域において物品関税の撤廃、サービス貿易や投資の自由化といった経済統合政策が段階的に進展していくと期待される。

一方で、持続的かつ自律的な経済発展にはインフラ整備が不可欠である。アフリカ開発銀行(AfDB)は、物流インフラの需給ギャップがアフリカ地域における貿易の進展の阻害要因となっていることを指摘している[1].加えて、アフリカ地域は、55ヵ国のうち16ヵ国が、域外との物品貿易の輸出入拠点である港湾を持たない内陸国であり、高い物流コストが地域間経済格差の要因となっていることからも、アフリカの国・地域全体を網羅的に結ぶ広域物流インフラ網の構築が重要な政策課題となっている.

アフリカのインフラ開発には、世界各国のドナー が資金供与しており、我が国も同様に、これまで、 政府開発援助(ODA)による経済回廊開発とその玄関 口となる港湾開発をはじめ、国境円滑化施設 (OSBP: One Stop Border Post)の普及等を積極的に推進してきた。そこで、これら個々のプロジェクトを一連の開発プログラムとして効果検証するため、長期的な国際貿易動向や、地域全体の物流インフラ開発や貿易円滑化施策を整合的に包含した定量的な分析が必要であった。

本研究は、アフリカの中でも特に日本を含むアジア地域との経済連結性強化が期待されるアフリカ東部および南部地域を対象として、前述の背景を踏まえた長期的な発展シナリオに基づき、マクロ経済モデルや国際物流モデルなど定量モデルを適用することで、アフリカ地域の貿易や物流の将来状況を定量的に分析すること、および物流インフラのボトルネックや優先すべきプロジェクト群を特定すること、を目的として実施したものである。

2. 研究の手法

(1) 研究全体の手順

本研究は、(1)将来シナリオの策定、(2)マクロ経済モデル(「GTAPモデル」)による将来貿易額の推計、(3)「インターモーダル国際物流モデル(GLINS)」の構築、(4)国際物流モデルによるアフリカ東部および南部地域の将来コンテナ貨物流動の

シミュレーション, という4段階で実施した. 検討手順は図-1に示す通りである.

まず,長期的な国際貿易動向の分析にあたり,アフリカと世界経済に関し起こりえる事象を記述した将来シナリオを策定した.将来シナリオ策定においては,佐藤ら^[2]の研究を踏まえ,2040年までに想定される社会・経済動向の変化のうち,特にアフリカとアジア地域を中心とするインド太平洋地域に着目し,その物流動向に影響するFTA等の物品関税の段階的な引き下げやOSBPの普及による越境抵抗の低減をはじめ,輸送技術の進歩,人口・労働力の変化を考慮し,現時点で想定される中庸的なシナリオ(BL)と,相対的に楽観的なシナリオ(S1),悲観的なシナリオ(S2)の3種類を設定した.

次に、これら将来シナリオに沿って、人口、GDP、関税率、技術水準等といった各種マクロ社会経済指標をそれぞれ設定し、それらを応用一般均衡に基づくマクロ経済モデルであるGTAPモデルでの計算に外生変数として入力することで、2040年までの国・地域間の産業別の貿易額を推計した。さらにこの地域間産業別貿易額について、産業分類別にコンテナ化率を考慮し、コンテナ貨物量(TEU)に換算することで、将来における地域間貨物輸送需要量を得た。なお、GTAPモデルによるアフリカ地域における将来貿易額推計の手法や結果に関する詳細についてはAbeら[3]の研究を参照されたい。

将来の貨物流動動向の定量的分析においては、柴崎ら^[4]が開発した貨物配分モデルである「インターモーダル国際物流モデル(GLINS)」(以降、国際物流モデル)を適用し、実際の物流インフラ網に則した貨物流動の再現を行った。これにあたり、対象地域の海上・道路・鉄道・湖上輸送網からなる物流ネットワークを構築し、現況(2016年時点)での港湾統計と貿易統計データを用いて、再現性が担保される現況モデルを構築した。

この現況モデルをもとに、将来の物流インフラの容量やサービス水準を国際物流モデルの外生変数として設定し、さらにGTAPモデルから得た将来の地域間貨物輸送需要を入力することで、将来の貨物流動の推計が可能な将来モデルを構築した。この将来モデルを用いた貨物流動シミュレーションにより、経済回廊開発や国境通関施設(OSBP)の整備による貨物輸送費用削減等の効果を定量的に示した。



4. 将来モデルの構築,シミュレーションによる施策評価・分析 [2040年]

図-1 研究の手順

(2) 国際物流モデルの構成

本研究に適用した、柴崎ら^[4]の国際物流モデルの全体構成を図-2に示す。このモデルは、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二つの下位問題とし、両者を統合した仮想的なインターモーダルネットワーク(複合一貫輸送網)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.

また、国際物流モデルへの入力データとして、上位問題の入力となる地域間コンテナ貨物輸送需要、下位問題の入力となるサブモデルにおける海上コンテナ輸送ネットワークデータ(コンテナ船定期航路データ、容量、距離など)、および道路・鉄道・湖上輸送網からなる背後圏輸送ネットワークデータ(地理情報、容量、距離)の構築が必要である。

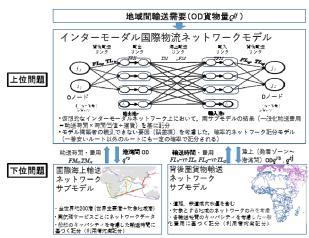


図-2 国際物流モデルの全体構成(柴崎ら[4]より引用)

(3) 国際物流モデルの分析における条件設定

a) 分析対象国と背後圏輸送網

アフリカ東部および南部地域における陸上貨物流動動向を把握するため、図-3に示す通り、国際物流モデルの分析対象地域として21カ国を設定し、背後圏輸送網として、道路網、鉄道網、湖上輸送網を設定した。



図-3 モデルにおける分析対象国と背後圏輸送網

b) 現況モデルにおける変数設定

国際物流モデルの計算では、海上・道路・鉄道・湖上輸送の各モードの各種輸送費用単価、荷主の時間価値、配分パラメータ等を設定する必要があるが、本対象地域での現況再現性を確認した上で、柴崎ら^[4]の配分パラメータ等の設定を採用した.

c) 将来シミュレーション:経済回廊整備ケースの 比較分析と変数設定

経済回廊整備の効果を検証するために、将来モデルにおいて、回廊インフラ開発(ハード整備)と OSBP整備による通関手続き円滑化(ソフト整備)を同時に実施したケースを「経済回廊整備ケース」とし、これらを行った場合(with) と行わなかった場合(without)の計算結果の比較分析を行った. 具体的には、PIDAが回廊と定める道路および鉄道上における距離比例費用を10%削減し、越境に要する手続き時間と費用の50%削減を行った. なお、これらの設定値は、現地ヒアリング調査や、アフリカ・開発プログラム(PIDA)の計画を踏まえたものである.表-1にwithおよびwithoutのケースにおける国際物流モデル上での詳細な設定条件を示す.

表-1 経済回廊整備ケースの変数設定

公:位为自即走偏, 人以交易以 之								
	インプット	将来モデル (2040年時点)						
	/設定条件	経済回廊整備なし (Without) 経済回廊整備あり (With)						
	貨物輸送需要	2040年 楽観的シナリオ(S1)に基づく需要量 (共通)						
	海上輸送網	貨物輸送需要の現況から将来推計の伸び率に応じ、現況の 輸送網の容量を拡張(共通)						
	道路·鉄道 輸送網	現況から将来推計の貨物輸送 左記に加え経済回廊におい 需要の伸び率に応じ,現況の 輸送網の容量を拡張						
	越境抵抗	回廊において越境手続き時間 回廊において越境手続き時及び費用は現状通り (現況モ間及び費用50%削減デルと同じ設定値)						

3. 国際物流モデル分析の結果

(1) 回廊開発等による内陸国へのインパクト

国際物流モデルによる推計結果に基づき,「経済回廊整備ケース」のwith-without比較を行ったところ,図-4に示す通り,アフリカ東部および南部地域の平均背後輸送単価は約3.9%縮減され,うち沿岸国では約2.8%,内陸国では約7.4%となり,内陸国の削減効果が沿岸国よりも2.6倍程度高い結果となった.

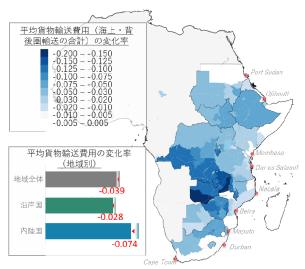


図-4 貨物輸送費用の削減効果

内陸国の削減効果が大きいのは、内陸国発着貨物 はOSBP整備によって陸路越境の際に手続き時間と費 用を大幅に削減できることと、輸送距離が長いために回廊整備の恩恵が大きいことによる.

一般的に、貿易コストは、輸送距離・時間、荷姿・貨物ロット、越境輸送の有無等により異なり、 自国の港湾を持たない「内陸国」は「沿岸国」と比べて域外地域との間の輸送費用が相対的に割高にならざるを得ない、本分析の結果は、経済回廊整備は 貿易における物流条件の格差是正に寄与することを示唆している.

(2) 将来貨物流動と回廊開発ギャップの見通し

アフリカ連合(AU)等が主導する「アフリカ・インフラ開発プログラム(PIDA)」は、エネルギー、輸送、情報および通信技術(ICT)、越境水資源の4つの分野を優先して取り組むべきインフラ開発分野と位置付け、優先行動計画(PIDA-PAP: Priority Action Plan)を策定し、実行している。2021年から実施予定の第2フェーズ(PIDA-PAP2)では、回廊開発を今後の産業・経済を牽引する中核として位置づける予定であり、地域経済に対する経済回廊開発の重要性は十分に認識されている。

図-5に示す通り,国際物流モデルにより推計した2040年の道路別の将来貨物流動量と,2009年時点の道路インフラ整備水準を比較すると,ジブチ港背後のジブチ回廊,ダーバン港背後の南北回廊等において,将来貨物流動量に対して道路状態が十分でない区間,すなわちインフラ需給ギャップが生じている区間が存在し,道路インフラ整備が必要であることがわかった.



図-5 回廊開発とインフラギャップ

(3) 港湾取扱貨物量と取扱能力のギャップ見通し

国際物流モデルによって推計した将来港湾取扱貨物量と,アフリカ東部および南部地域における主要港湾の現況と将来計画に基づく将来の取扱能力とを比較することで,現況もしくは将来における港湾の

貨物取扱能力にて,推計された将来港湾取扱貨物量を十分に処理できるか確認した.

なお,国際物流モデルでは実入コンテナ貨物のみを対象として分析しているが,港湾の取扱能力の検討には空コンテナの回送も考慮する必要がある.そこで,推計した実入コンテナ貨物の輸出量と輸入量の差分を空コンテナと想定し,量の大きい方の2倍を将来の港湾取扱貨物量として,現況および将来の港湾取扱能力と比較した.なお,港湾取扱能力の現況と将来計画については,入手可能な各種資料,現段階で策定されている港湾開発計画に基づき設定した.将来の港湾取扱貨物量と,現況および将来における港湾取扱能力の比較を表-2に示す.

表-2 港湾取扱貨物量と港湾取扱能力(現況・将来計画)

	輸出入量の推計値(S1, 2040年)と 将来取扱需要量:TEU			港湾取扱能力:TEU	
	輸出量	輸入量	港湾取扱	現況	計画
			貨物量		
Durban	1,535,271	2,050,340	4,100,679	3,600,000	5,600,000
Maputo	488,747	214,046	977,494	400,000	1,000,000
Nacala	281,503	170,850	563,006	100,000	300,000
Dar es Salaam	568,860	1,077,176	2,154,351	300,000	1,200,000
Beira	304,915	208,002	609,830	400,000	800,000
Mombasa	519,782	1,532,618	3,065,235	1,100,000	3,800,000
Djibouti	534,828	1,323,805	2,647,610	1,500,000	3,000,000

本研究で算定した港湾取扱貨物量は,各港が計画している取扱能力でほとんど処理できる見込みだが,ダルエスサラーム港及びナカラ港については,それぞれ計画取扱能力を年間約100万TEU,30万TEU上回る見通しである.また,マプト港はほぼ計画取扱能力と同程度の港湾取扱貨物量が推計された.この結果より,特にこれらの港湾については,内陸国の将来の貨物輸送需要や,競合もしくは補完関係にある周辺港湾の開発動向を十分考慮した適切な港湾整備が必要であるといえる.

4. 結論と今後の展望

本研究では、アフリカ東部および南部地域を対象に、国際物流モデルを活用し地域の物流インフラ開発や貿易円滑化がもたらす効果について定量的な分析を行い、今後優先的に整備すべき経済回廊および港湾を明らかにした。特に、経済回廊インフラ開発やOSBP整備による貿易円滑化による輸送費用削減効果が、沿岸国よりも内陸国の方が大きい(約2.6倍)という結果は、内陸国の貿易条件の是正、ひいては地域全体の包含的な成長における経済回廊整備の重要性を裏付ける定量的な根拠となる。

また,地域の物流インフラの骨格をなす経済回廊 上の貨物流動分析において,現在の道路インフラ整 備水準と,国際物流モデルによって推計した将来貨 物流動量を照らし合わせることで,ジブチ港背後の ジブチ回廊,およびダーバン港背後の南北回廊で需 給ギャップが生じ得ることを示した. これらは内陸 国と接続する回廊であることからも、優先整備され るべき回廊のひとつとして特定できる.一方,港湾 における現在および将来計画における港湾取扱能力 と、将来港湾取扱貨物量を比較することで、ダルエ スサラーム港及びナカラ港において,将来計画され ている取扱能力を超過することが示された. つまり, 地域の港湾開発戦略の策定にあたっては、個別のプ ロジェクトのみならず、背後圏に含まれる内陸国の 将来貨物需要や、競合もしくは補完関係にある周辺 の関連インフラ (道路・鉄道・港湾) の開発動向を 十分考慮し整合させることが重要であるといえる. これは、広域的に複数の国・地域を跨ぎ、海上およ び陸上において複数の輸送モードを利用する国際物 流を包括的に捉える分析アプローチの有効性を示す ものである.

なお、本研究の成果は、2019年に横浜で開催されたTICAD7、同年カイロで開催されたPIDA WEEKの2つの国際会議で発表を行い、参加者から好評を得た、貿易や物流に関する長期的かつ広域的なモデル分析は、AfCFTAの発効による経済動向予測と、アフリカ連合が進める大陸全体での回廊開発の効果検証の観点からも政策的ニーズが高い。今後、アフリカ連合(AU)等が主導するPIDA-PAP2の進捗状況も考慮しながら、国際物流モデルの対象地域をアフリカ大陸全体へ拡張し、大陸全体の経済回廊開発効果の検証や優先事業を特定することも重要になると想定される.

謝辞

本研究は、独立行政法人国際協力機構(JICA)のプロジェクト研究「インド太平洋地域におけるグローバル・ロジスティクスに係るグランドデザイン策定(第二年次)」の研究成果の一部を取りまとめたものである。本研究の実施にあたっては、先行研究を実施した東京大学 柴崎隆一准教授、東京工業大学川崎智也助教、ならびに国際港湾協会 古市正彦事務総長、東京工業大学 花岡伸也教授、東京大学 加藤浩徳教授をはじめ、本プロジェクト研究の検討委員会の皆様など多くの方々にご助言やご指導をいただきました。末尾ながら、ここに示して深く感謝致します。

参考文献

- [1] OKUDZETO, E., et al. "African economic outlook". African Development Bank, Ghana, 2020.
- [2] 佐藤渉, 古市正彦, 花岡伸也. 「シナリオ・プランニングを活用したインド太平洋地域における物流インフラ戦略の検討」. 第57回土木計画学研究発表会, 2018.
- [3] ABE, M., et al. "Global Trade Forecast by GTAP Model and Applied Logistics Analysis on African Economic Corridor Development and AfCFTA". 8th T-LOG, 2020. (In press)
- [4] 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No. 58, 2016.