

**科学研究費助成事業 研究成果報告書**

平成 28 年 6 月 9 日現在

機関番号：32665

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2014～2015

課題番号：26750117

研究課題名(和文)内陸開発途上国における交通インフラ整備スキームの開発

研究課題名(英文)Development of the Scheme to Facilitate Transport Infrastructure in Landlocked Developing Countries

研究代表者

川崎 智也(KAWASAKI, Tomoya)

日本大学・理工学部・助教

研究者番号：30705702

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 1,800,000円

研究成果の概要(和文)：内陸開発途上国～港湾間の経済回廊整備を支援・促進させることを目的として、エージェントベースモデルにより経済回廊整備に係わるステークホルダー間の相互関係を表現するモデルを開発した。さらに、国境および港湾での輸送時間変動を考慮した貨物流シミュレーションモデルを開発し、国境および港湾抵抗減少時の貨物流に関するシミュレーションを実施した。

分析の結果、ケニア～ウガンダ間の鉄道を改善することにより、道路整備も促進されることが示された。また地域全体の純便益を向上させるには、地域内の交通インフラ整備を主導する組織を新たに設立(もしくは国際機関が主導)することが効果的であることが示された。

研究成果の概要(英文)：In order to support and facilitate the development of economic corridor between landlocked developing countries and coastal countries, the model expressing the interactions between stakeholders are developed on the basis of agent-based model. Besides, cargo flow simulation model is developed, which considers shipment variability at borders and seaports.

As a result of the analysis, road development is enhanced by improving railway construction between Kenya and Uganda. Also, organization restructuring is effective in order to increase the net benefit in the region. In case organization restructuring is difficult to achieve, an initiation of international organization would be one option to seek the maximization of the shipper's surplus.

研究分野：交通計画学

キーワード：エージェントベースモデル 経済回廊 内陸開発途上国 ステークホルダー 東アフリカ 大メコン圏  
地域

1. 研究開始当初の背景

内陸開発途上国の港湾アクセスは、沿岸国の交通インフラに大きく依存している。しかし、沿岸国内の交通インフラは劣悪であることが多く、輸送コスト増の一因となっている。そのため、内陸開発途上国・港湾間の交通インフラ整備が必要であるが、沿岸国は自国内の内陸開発途上国側のインフラ整備に消極的である。また、内陸開発途上国は沿岸国内のインフラ整備に意思決定権を持たない。そこで本研究課題では、内陸開発途上国のインフラ整備を促進させることを目的として、沿岸国内の交通インフラ整備を促進するスキームの開発を試みることにした。

2. 研究の目的

研究課題の初年度に、内陸開発途上国の港湾アクセス問題に関連した学術論文および国際機関の報告書をレビューし、東アフリカの内陸国（ブルンジ、ウガンダ）および沿岸国（ケニア）にて、交通インフラに関わるステークホルダーを対象にインタビュー調査を実施した。その結果、東アフリカでは地域的枠組みとして、内陸国による輸送環境改善の促進を試みる取り組みが行われていた。

例えば東アフリカ共同体（EAC）の枠組みとして、欧州各国の支援を受けて同地域内の貿易改善を促進する組織（TradeMark East Africa）も見られた。また研究開始当初は、内陸国の貨物量は沿岸国の港湾で取り扱う貨物量と比較して相対的に少ないことから、沿岸国は内陸国発着貨物の獲得に消極的であると考えていた。しかしながら、例えばケニアのモンバサ港では、ウガンダ発着の貨物が全体取扱量の約 20%を占めていることが記述統計より明らかになり、タンザニアのダルエスサラーム港との貨物獲得競争が存在することが明らかとなった。

同地域では、上述した TradeMark のような同地域全体の便益が最大となるような組織が存在している。しかし現状としては、各交通インフラを管理・運営している各オーソリティ（道路、鉄道、港湾）が互いに競争し、

それぞれの目的を達成するために貨物を奪い合っている状況である。そのために、あるオーソリティが自身のインフラ容量を拡大するなどの行動を取った場合、それに追従する形で他のオーソリティも自身の交通インフラに投資するという、組織間の相互作用が働いているものと考えられる。

そこで本研究課題では、内陸開発途上国～港湾間の経済回廊整備を支援・促進させることを目的として、エージェントベースモデルを用いて経済回廊整備に関わるステークホルダー間の相互作用関係を表現するシミュレーションモデルを開発した。それにより、様々な場合を想定してシナリオ分析を実施し、交通インフラ投資が地域に与える影響を分析することを目的とした。

さらに、内陸開発途上国の港湾アクセスで問題となっている国境および港湾抵抗減少時での輸送時間変動を考慮した貨物流シミュレーションモデルを開発した。こちらについては内陸開発途上国であるラオスを対象とし、輸送時間変動が貨物流に与える影響を考察することを目的とした。

3. 研究の方法

内陸開発途上国における経済回廊の整備では、前述の通り様々なステークホルダーが相互に影響しているものと考えられるため、エージェントベースモデルを用いてそれらの関係を表現する。実態を反映させるため、東アフリカ諸国でインタビュー調査を実施する。東南アジアでの輸送時間変動を考慮した貨物流モデルの開発では、国境および港湾での輸送時間変動を確率分布で表現し、その変動による追加的費用を考慮する。

4. 研究成果

交通インフラへの投資行動に係わるステークホルダー間の関係を表現するシミュレーションモデルを構築した。このモデルを用いて、ケーススタディとして東アフリカの内陸開発途上国（ウガンダ、ルワンダ、ブルンジ、東部コンゴ民主共和国）を対象にして、様々なシナリオ下における経済回廊の容量

表 1 シナリオ別の容量変化

(百万 TEU/年)	初期値	基本ケース	鉄道容量拡大	組織改革	
				通常投資	大投資
<b>港湾</b>					
モンバサ	20.030	35.250	38.510	111.362	128.068
ダルエスサラーム	10.141	36.710	40.026	56.384	63.814
<b>道路</b>					
モンバサ～ナイロビ	22.050	34.955	23.980	72.775	44.739
ナイロビ～マラバ	7.894	7.894	8.644	21.155	16.314
ダルエスサラーム～マザニ	6.636	20.090	19.890	29.171	28.606
マザニ～カパンガ	0.314	0.323	0.323	0.376	0.438
マザニ～ルスモ	2.207	3.819	4.619	4.819	4.994
<b>鉄道</b>					
モンバサ～ナイロビ	1.004	1.335	44.068	6.116	25.920

と一般化費用の変化および社会的便益を評価した。想定シナリオとしては、(1)基本ケース(全外生変数は変化しない)、(2)進行中のケニア～ウガンダ間鉄道開発プロジェクトの完遂、(3)回廊整備に関わるステークホルダーの再編成、3 ケースである。(3)については、通常考えられる規模の投資と通常よりも大きな投資が実施された場合の2ケースについて分析を実施した。

さらに、東南アジアの大メコン圏地域を対象とした貨物流シミュレーションモデルを開発し、国境および港湾における輸送抵抗減少時の貨物流の変化を分析した。

(1) 各経路の容量

表1にシナリオ別の各交通インフラ容量の変化を示す。全ての交通インフラで初期値よりも容量拡大が発生することが分かる。鉄

道への投資は、港湾と道路の容量拡大に寄与することも示された。鉄道容量の向上に伴い輸出入貨物量が增大するため、港湾の容量は拡大している。しかしながら、特にナイロビとモンバサ港間を中心に沿岸国内の都市と港湾間の容量拡大は限定的である。これは、鉄道の容量拡大のために、道路輸送が競争力で優位に立てなくなることを意味している。つまり、鉄道への投資は道路輸送ネットワークの改善にはあまり結びつかないことを示唆する結果である。

ナイロビとマラバ国境間での容量拡大は主に内陸国が恩恵を受けるものであるが、鉄道整備により同区間での道路容量の拡大がある程度期待出来ることが分かる。なお、基本ケースでは初期値からの容量拡大は見込めない。さらに、鉄道整備は中央経済回廊の容量の拡大に寄与することが示された。これ

表2 各経路での一般化費用

(USD/TEU)		初期値	基本ケース	鉄道容量拡大	組織改革	
					通常投資	大投資
<b>ナイロビ</b>						
北部回廊	鉄道	1,588	2,313	1,413	967	969
	道路	1,452	1,773	1,528	1,416	1,433
<b>カンパラ</b>						
北部回廊	カンパラ発鉄道	4,500	5,650	4,802	2,275	2,254
	ナイロビ発鉄道	3,705	4,580	3,853	3,020	3,025
	道路	3,579	4,046	3,961	3,477	3,492
<b>キガリ</b>						
北部回廊	カンパラ発鉄道	5,698	7,039	4,946	3,464	3,446
	ナイロビ発鉄道	4,978	5,961	5,124	4,219	4,223
	道路	4,858	5,432	5,228	4,680	4,692
中央回廊	道路	4,180	4,577	4,552	3,996	4,114
<b>フジュンブラ</b>						
北部回廊	カンパラ発鉄道	6,788	8,049	5,841	4,368	4,342
	ナイロビ発鉄道	5,873	6,991	6,023	5,098	5,104
	道路	5,737	6,451	6,138	5,547	5,567
中央回廊	道路	4,546	4,975	4,953	4,346	4,463
<b>タンザニア</b>						
中央回廊	道路	3,398	3,491	3,629	3,281	3,333

表3 各オーソリティの便益と荷主の余剰

(百万 USD/年)		初期値	基本ケース	組織改革	
				鉄道容量拡大	通常投資
<b>オーソリティの便益</b>	<b>港湾</b>				
	モンバサ	1,317	1,379	855	824
	ダルエスサラーム	798	726	432	439
	<b>道路</b>				
	ケニア	1,133	393	-188	-91
	タンザニア	562	500	-60	-28
	<b>鉄道</b>	343	4,865	232	1,256
<b>荷主の余剰</b>	沿岸国合計	-13,594	-69	3,667	6,843
	内陸開発途上国合計	-6,027	-2,904	9,835	11,331
<b>純便益</b>		-15,468	4,892	14,744	20,575

は、中央回廊が鉄道拡大に対抗し、内陸開発途上国の貨物を逃さないようにする行動を反映している。

ステークホルダー再編成シナリオでは、通常の投資と通常よりも大きな投資を行うケースを想定した。分析の結果、両ケースともに基本ケースよりも交通インフラの容量が上昇した。通常投資の場合、北部回廊の容量が特に大きく増加するものの、通常よりも大きな投資を行った場合には、鉄道容量が大きく増加することが示された。

#### (2) 各経路の一般化費用

表2にシナリオ別の各経路における一般化費用に関する計算結果を示す。基本ケースでは、当然のことながら、全ての経路において一般化費用が増大する。その一方で、鉄道容量拡大のシナリオでは、ウガンダのカンバラ発の鉄道運賃が低下する（他経路では初期値よりも運賃が高くなる）。注目すべき結果としては、運賃が低下するのはステークホルダーの組織改革シナリオで発生することであり、鉄道容量拡大の際よりも低くなる。荷主側からすれば、ステークホルダーの組織改革は、輸送に関する一般化費用の減少に帰結するため、歓迎すべきものといえる。

#### (3) オーソリティの便益と荷主の余剰

表3にシナリオ別の各オーソリティの便益と荷主の余剰を示す。鉄道容量が拡大するとき、基本ケースと比較して鉄道オーソリティの便益が劇的に増加する。これは、鉄道で取り扱う貨物量の増加によるものである。その一方で、荷主の余剰も増加する。したがって、鉄道容量拡大の際には基本ケースと比較して純便益が増加する。

さらに純便益が増加するのがステークホルダーの組織改革シナリオである。特に、内陸開発途上国の余剰が増加することが分かる。結果として、組織改革の場合には他のシナリオと比較して収入は小さくなるものの、純便益は高くなる。以上より、各ステークホルダーが自らの組織の利潤最大化を求めるよりは、地域全体の利益に資するような行動を取る（もしくはそのような組織を設立するか、国際機関が交通インフラ整備を主導する）ことが、地域の発展をより促すことができるものと考えられる。

#### (4) 東南アジアの貨物流シミュレーション

東南アジアの大メコン圏地域を対象とした貨物流シミュレーションモデルを開発し、国境および港湾における輸送抵抗減少時の貨物流の変化を考察した。その結果、ラオス発着貨物は、ラオス・ベトナム間国境の改善（このとき、タイとベトナムの全対象港湾の時間変動は一律に減少）によりベトナム港湾の利用が促進されることが明らかになった。また、国境での輸送時間変動を減少させるよりも、港湾での輸送時間を減少させる方が、

貨物流の変化に資することが示された。以上より、内陸開発途上国の貨物取り込みを図るためには、沿岸国内での港湾施設の改善が求められることが分かる。

#### 5. 主な発表論文等

（研究代表者、研究分担者及び連携研究者には下線）

〔雑誌論文〕(計1件)

Kawasaki, T., Hanaoka, S., Nguyen, X. L. (2015): Inland cargo flow modelling considering shipment time variability on cross-border transport, *Transportation Planning and Technology*, Vol.38, No.6, pp.664-683, 2015.6.

〔学会発表〕(計1件)

Kawasaki, T., Todoroki, T. and Kishi, Y. (2015): Maritime/Air Freight Transport Mode Choice Problem Considering the Depreciation in Cargo Prices, *International Association of Maritime Economics (IAME) 2015 Conference*, Kuala Lumpur, Malaysia, 2015.8.24.

〔図書〕(計0件)

〔産業財産権〕

○出願状況(計0件)

〔その他〕

ホームページ等 なし

#### 6. 研究組織

(1)研究代表者

川崎 智也 (KAWASAKI, Tomoya)

日本大学・理工学部・助教

研究者番号：30705702