

途上国における空間構造変化と低炭素地域間交通システム導入による CO₂ 削減効果 ～タイを事例として～

日本学術振興会特別研究員 学生会員 ○三室 碧人 名古屋大学 学生会員 藤田 将人
公益財団法人中部圏社会経済研究所 正会員 奥田 隆明 名古屋大学 フェロー 林 良嗣

1. はじめに

世界では経済連携の強化が進展し、国単位での貿易の障壁が小さくなり、途上国においては首都や大都市に人口や産業の急激な集積が進み、都市化の原動力を活かした経済成長が進んでいる。そして、さらなる経済成長を実現するには経済効率性の改善が急務であり、交通コストの低減に向けた地域間交通システムの整備が不可欠となっている。しかし、これらの議論には CO₂ 排出量の削減といった環境効率性の改善は重要視されておらず、具体的な方策の検討が遅れていると言える。そのため、途上国において今後の地域間交通システム整備の方向性を考えるには、鉄道などの環境負荷の小さな交通手段の促進や技術革新に期待するだけではなく、国土の人口分布や消費・生産などの空間構造との関係も合わせて検討することが求められる。

これらの課題に対して、低炭素な地域間交通システムの構築を考えるには三つの観点から方策を検討することが求められる。具体的には、1)地域間の交通需要発生を抑制する将来の人口分布や消費・生産の空間構造のあり方(Avoid)、2)地域間交通システムの導入路線やその整備水準の差異による交通手段分担率の変化(Shift)、そして、3)技術革新による CO₂ 排出原単位の改善(Improve)である。したがって本研究では、空間構造の変化を、集積の効果を反映させる地域間交易係数を用いた経済モデルを開発する。そして取引額に応じた交通需要量を算出し、地域間旅客・貨物部門からの CO₂ 排出量推計モデルを用いて分析を行う。

以上より本研究の目的は、途上国を対象として、将来の低炭素な地域間交通システムの構築に向けて、人口分布や生産・消費の空間構造の変化と交通システム整備による CO₂ 排出量削減効果を定量的に分析することである。尚、本研究ではケーススタディとして、大都市への経済集積が大きいタイを取り上げる。ただし、本研究における分析対象範囲は、国内の地域間旅客・貨物交通のみであり国際地域間交通の分析は捨象されることに注意されたい。

2. 分析モデルの構造

経済モデルの構造は式(1)¹⁾のようになり、第一項が中間需要を、第二項が最終需要を、第三項が地域別のダミー変数となっている。これにより、将来の人口分布シナリオを外生的に与えた際に、最終需要の変化を通じて、地域間取引や地域の総生産額を算出できる。また、式(2)は経済集積の効果を反映した地域間交易係数、式(3)は交通一般化費用である。

$$X_i^{r,t+1} = \alpha \left(\sum_s \sum_j a_{ij}^s X_i^{r,t} t_i^{rs} + \sum_s Com_i^{rs} b^s Pop^s t_i^{rs} \right) + \varphi_{dummy}^s \quad (1)$$

$$t_i^{rs} = \frac{X_i^{rs,t} \exp(-\gamma c^{rs})}{\sum_s X_i^{rs,t} \exp(-\gamma c^{rs})} \quad (2)$$

$$c^{rs,k} = c_{fare}^{rs,k} + w^r t_{time}^{rs,k} \quad (3)$$

ここで、 r :発地、 s :着地、 i :地域 r における産業の業種、 j :地域 s における産業の業種、 t :分析の対象年次(年)、 X_i^{t+1} : $t+1$ 期における地域 r 産業 i の生産額、 X_i^t : t 期における地域 r 産業 i の生産額、 a_{ij}^s :投入係数、 Com_i^{rs} :地域 s における地域 r 産業 i に対する一人当たり消費係数、 b^s :地域 s の一人当たり所得、 Pop^s :地域 s の人口、 t_i^{rs} :地域間交易係数、 $c^{rs,k}$:交通一般化費用、 $c_{fare}^{rs,k}$:運賃、 w^r :時間価値、 $t_{time}^{rs,k}$:所要時間、 $\alpha, \beta, \varphi, \gamma$:パラメータである。

CO₂排出量推計モデルは式(4)を用い、旅客・貨物交通の両方を扱う。

$$E_q^r = Trade_{ij}^{rs} \times Trans^r \times P_q^r \times \left\{ u_{share,q}^{rs,k} \times e_{CO2,q}^{rs,k} \times L_{distance}^{rs,k} \right\} \quad (4)$$

ここで、 q :旅客、又は貨物、 E_q^r :地域 r における旅客貨物交通からのCO₂排出量、 $Trade_{ij}^{rs}$:地域 r 産業 i と地域 s 産業 j の取引額、 $Trans^r$:地域 r における総支出に占める交通費用の割合、 P_q^r :単位当たり取引額に対する旅客/貨物交通需要の発生原単位、 $u_{share,q}^{rs,k}$:地域 rs 間における旅客/貨物交通のモード別分担率、 $e_{CO2,q}^{rs,k}$:旅客/貨物交通モード別CO₂排出原単位である。

交通需要量は、式(1)で計算される地域間の取引金額に対して、交通分野に対する支出割合の原単位を掛けて交通支出額を求め、交通発生原単位を掛けて算出する。また、地域間交通システム整備によるOD間の分担率の変化、及び技術革新によるCO₂排出原単位の改善も表現できるようにする。

3. 分析の対象地域・条件設定

本研究では、途上国における人口や産業集積が著しいタイを対象とする。タイは2009年時点でバンコクに全人口の17%、全生産額の42%が集積している一方で、地方では一人当たり所得がバンコクの13%~32%程度しか得られていない状況であり、地域間格差が大きな国である。また国連統計によると、2030年には人口が現在より400万人増加してピークを迎えるとの推計もある。そのため地域間交通インフラ整備は大きな課題であり、今後の環境制約を考慮した空間構造及びインフラ整備の影響を分析するには適していると考ええる。

空間構造の変化と地域間交通整備のCO₂排出量の削減効果の影響を分かりやすくするために、本研究ではタイ国内の76県の行政区分を7地域に統合する。統合の方法は、National Statistical office Thailandの7地域別生産額調査の行政区分と一致するように設定した。各地域における代表都市は、1.北部/Chengrai, 2.北東部/Khon Kaen, 3.中央部/Lop Buri, 4.西部/Hua Hin, 5. 東部/Leam-chabang, 6.南部/Hat Yai, 7.Bangkokとして設定した。また、地域内の内々交通の取り扱いに関しては、地域内の各都市から代表都市への自動車による所要時間に対して出発地の人口による重み付けを行うことで対応した。経済データは、タイ国家統計局による地域別・産業別生産額を用い、全国産業連関表の投入係数から地域別産業連関表を作成する。一方、交通分担率に関しては統計情報が無いため、基準年時点では全て自動車のみとして仮定する。分析は、2030年まで5年間隔の逐次計算を行い、AVOID, SHIFT, IMPROVE政策の組み合わせによるCO₂削減効果の評価を行う。

分析における成り行きシナリオ(以下、BAU)としては、今後もバンコクへ人口が集中する場合を想定する。他方で、本研究で検討する各種CO₂排出削減施策は下記である。AVOID政策は人口配置パターンで考慮し、ここではバンコクの人口を地方(北部、北東部、南部)へ分散させる場合を想定する。SHIFT施策としては、

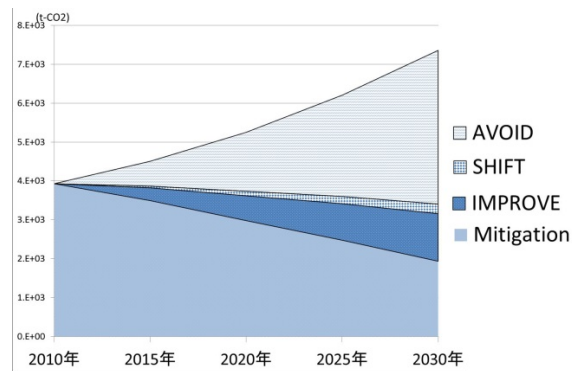


図-1 多極分散型

2030年における距離帯別交通分担率が、IMPROVE施策としては、2030年の帯における鉄道、航空、自動車のCO₂原単位(g- CO₂/人・km)が、両方とも現在の日本と同じになった場合を仮定する。

4. 分析結果

図-1 は多極分散型構造における AVOID, SHIFT, IMPROVE の三つの施策を組み合わせによる CO₂ 排出量の削減効果である。BAU シナリオに比べ、42%の CO₂ 排出量の削減がされることが分かった。その要因として、人口配置をバンコクから所得の低い地方部に分散させることで、生産額の増加額がバンコク一極集中(BAU)の場合に比べて縮小し、生産額に応じて算出される交通需要量も減少することで、結果として CO₂ 排出量が大きく削減されることになった。また、技術革新による効果が大きいことが分かる。他方で、SHIFT の効果は小さくなっている。その原因は二つあり、一つは CO₂ 排出量が取引金額から算出され、地域内取引額は地域間取引額よりも圧倒的に多いため、地域間交通からの CO₂ 排出削減効果は相対的に小さくなる点である。二点目は、距離帯別分担率の観点から地域内交通の平均距離帯は約 200km であるため、自動車から鉄道への分担率変化が少なく、結果として SHIFT による CO₂ 排出削減への効果も小さくなることがあげられる。

5. おわりに

今後の課題として、アジア途上国における AVOID, SHIFT, IMPROVE 施策の検討や整理を行い、CO₂ 削減効果への影響分析を行うことなどがあげられる。

(参考文献)

1)中村英夫・林良嗣・宮本和明：広域都市圏土地利用交通分析システム，土木学会論文集，No.335, pp141-153, 1983