

## 運輸部門からの温室効果ガス排出予測と効率的削減政策の提案

山梨大学 学生会員 ○徐 芸昊 山梨大学大学院 学生会員 尹 筭安  
山梨大学大学院 正会員 武藤 慎一

### 1. はじめに

2015年に、パリで開催されたCOP21（国連気候変動枠組条約第21回締約国会議）にて、「パリ協定（Paris Agreement）」が採択された。これを受け日本では、温室効果ガス排出量を2050年までに実質ゼロにする「脱炭素化」目標が2020年に提示された。

2020年度のが国の二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)排出量は10.44億tCO<sub>2</sub>である<sup>1)</sup>。森林等の吸収分もあるため、このすべてを削減することにはならないものの、その多くを削減する必要がある。本研究では、このうち運輸部門からの排出量1.77億tCO<sub>2</sub>（17.0%）に着目する。CO<sub>2</sub>の削減は、一般には経済損失の発生を伴う。その経済損失は、CO<sub>2</sub>排出削減のための限界費用と呼ばれる。この限界費用をより少なくし、効率的にCO<sub>2</sub>排出を削減して脱炭素化を実現することが重要になる。

そこで本研究では、運輸部門に着目した脱炭素化実現ための政策評価に関し、その限界費用を空間的応用一般均衡(SCGE)モデルにより計測する枠組みを構築する。そして、限界費用の小さな順にCO<sub>2</sub>排出削減政策を並べた、いわゆる限界費用削減(MAC)カーブを作成することが目的である。特に、リニア中央新幹線（以下リニア）等の公共交通整備によるCO<sub>2</sub>排出削減政策も考慮し、その正の便益はCO<sub>2</sub>排出の削減に対するマイナスの限界費用と考える点に特徴がある。

### 2. 二酸化炭素排出量の現状

#### 1) 二酸化炭素排出量

わが国の2019年度のCO<sub>2</sub>排出量は11.08億tCO<sub>2</sub>であり、そのうち運輸部門からの排出量は2.06億tCO<sub>2</sub>（18.6%）であった。運輸部門の排出量の中では、自動車からの排出が86.1%になっている。図-1に部門別のCO<sub>2</sub>排出量を示す。

#### 2) 二酸化炭素排出原単位

CO<sub>2</sub>排出原単位は「CO<sub>2</sub>排出係数」とも呼ばれ、経済活動量1単位あたりのCO<sub>2</sub>排出量のことをいう。本研究では、運輸部門のCO<sub>2</sub>排出原単位は一人を1km輸送

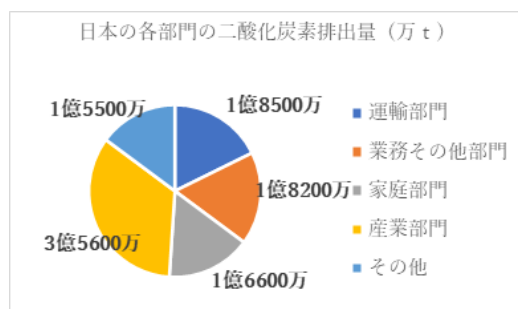


図-1 日本の各部門の二酸化炭素の排出量

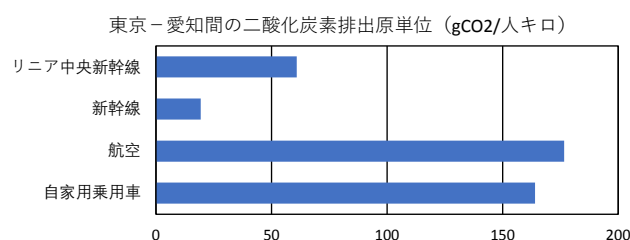


図-2 東京-愛知間の二酸化炭素排出原単位

する際のCO<sub>2</sub>排出量により定義する。国土交通省では、交通機関別のCO<sub>2</sub>排出原単位が推計されている。しかし、新幹線やリニアの原単位は求められていなかった。

JR東海によるリニア（東京都・名古屋市間）環境影響評価書では、リニアの走行時の電力消費量が約26.1MWhと推計されている。これに発電の際のCO<sub>2</sub>排出係数(0.409 kgCO<sub>2</sub>/kWh)を乗じ、さらに乗車率を考慮すると、東京-愛知間のリニアによるCO<sub>2</sub>排出原単位は60.92 kgCO<sub>2</sub>/人キロとなる。新幹線も同様に求められ、それは19.39 kgCO<sub>2</sub>/人キロとなる。他の交通機関も含め、東京-愛知間のCO<sub>2</sub>排出原単位を示したものが図-2である。

### 3. SCGEモデルの概要

本研究では、SCGEモデルを用いてリニア整備による鉄道旅客需要変化を推計するとともに、その便益を計測する。ここでは、交通生産内生型SCGEモデルを用い、リニア整備に伴う一般化価格の低下と、それによる誘発交通の発生および他の交通機関からの転換による鉄道旅客需要増加量を求める。図-2より、リニアのCO<sub>2</sub>排出原単位は他の交通機関より少ないことから、リ

キーワード 運輸部門二酸化炭素削減, SCGEモデル, 限界費用削減(MAC)カーブ

連絡先 〒400-8511 山梨県甲府市武田4-3-11 山梨大学工学部土木環境工学科 TEL:055-220-8599 E-mail:t19ce022@yamanashi.ac.jp



図-3 リニアを中心とした交通ネットワーク図

表-1 運輸部門の二酸化炭素排出量推計の現況再現結果

	実績値[統計データ(2015)] (1000台キロ)	推計値 (1000台キロ)	差(%)
自家用乗用車	54,044,090	57,441,154	6.3%
貨物車	30,159,585	37,197,572	23.3%
新幹線	103,589,920	111,313,785	7.5%

ニアへの転換によって CO<sub>2</sub> 排出が削減される。

計算にあたり、まず図-3 のような全国を対象にした交通ネットワークを作成し、リニア整備有無に対し最短経路探索による各 OD 間の走行経路を求めた。それより、OD 間所要時間および距離が求められる。

リニア整備有無の OD 間所要時間を SCGE モデルに入力することにより、家計の財、サービス消費量や企業の生産量、そして各交通機関の OD 交通量が求められる。さらに、リニア整備有無の家計効用水準も得られ、その変化分を貨幣換算することにより便益が計測できる。その便益が、CO<sub>2</sub> 排出削減のためのマイナスの限界費用となる。

以上より求められた結果から、以下の式によって CO<sub>2</sub> 排出量も求められる。

$$TE = \sum_m \sum_i \sum_j x_{tm}^{ij} l_{tm}^{ij} e_m \quad (1)$$

ただし、TE：総 CO<sub>2</sub> 排出量、 $x_{tm}^{ij}$ ：地域 i-j 間の交通機関 m のトリップ数、 $l_{tm}^{ij}$ ：交通機関 m の地域 i-j 間距離、 $e_m$ ：交通機関 m の CO<sub>2</sub> 排出原単位。

式(1)に基づき、現況再現として自動車と鉄道の輸送量の実績値と推計値との比較を行ったものが表-1 である。これを見る限り、輸送量についてはある程度の現況再現性があるものと判断できる。

#### 4. リニア中央新幹線整備の二酸化炭素排出削減量と限界費用の計測結果

3章の SCGE モデルを用いて、リニア整備による CO<sub>2</sub> 排出削減量および限界費用を求める。まず、交通量は、山梨-東海間が自動車からリニアへの転換により、自動車交通が-7.3%、東京-東海間でも-1.56%となってい

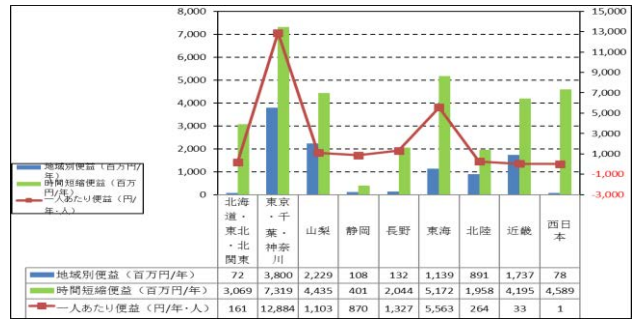


図-4 リニア整備の地域帰着便益

る。この結果、CO<sub>2</sub> 排出量は 724 万 tCO<sub>2</sub> (-7.8%) の削減となる。

最後に、リニア整備の地域帰着便益を計測した結果、図-4 のとおりとなった。

#### 5. 他の二酸化炭素排出削減政策

リニア整備に加え、他の政策についても検討する。

まず、ETC 普及策がある。首都高速道路では、2003 年に比べ 2005 年の交通量は増加しているものの、ETC の普及により渋滞が緩和した。その結果 CO<sub>2</sub> 排出量は約 275tCO<sub>2</sub>/年だけ削減されたとの報告がある。

また、中国の北京では「尾号限行」という規制がある。これはナンバー規制によって、都市中心部への流入が許可される自動車を制限する政策である。自動車利用が減少することにより CO<sub>2</sub> 排出量が減少する。

これら以外にも、電気自動車や燃料電池車の普及、混雑税や炭素税の導入なども考えられる。

#### 6. おわりに

本研究では、温室効果ガスの一つである CO<sub>2</sub> 排出の効率的削減のために、CO<sub>2</sub> 排出削減の限界費用を SCGE モデルにて計測する方法を明らかにした。ここでは、リニア整備により、自動車交通から鉄道旅客交通への転換による CO<sub>2</sub> 排出削減量と、そのための限界費用の推計を行った。

しかし、まだリニア整備にしか適用できておらず、電気自動車や燃料電池車の普及策、ETC の普及策、混雑税の導入、車両規制などの各政策を評価し、MAC カーブを作成する予定である。

**謝辞：**本研究は、科学研究費補助金・基盤研究(C) [課題番号 19K04658] (研究代表者：南山大学 石川良文教授) の研究成果の一部である。ここに記して謝意を表する次第である。

#### 参考文献

- 1) 国立環境研究所温室効果ガスインベントリオフィス編：日本国温室効果ガスインベントリ報告書，国立環境研究所，2022。
- 2) 武藤慎一，河野達仁，福田敦：交通政策の空間的応用一般均衡分析：インフラ・料金・環境政策評価，勁草書房，2022。