

## 運輸起源 CO<sub>2</sub> 大幅削減を実現する 地域内旅客交通システムの都市規模別選定

### Selection of Regional Passenger Transport Systems Depending on The City Scale to Realize Significant Reductions in Transport Oriented CO<sub>2</sub> Emissions

○林龍矢\*<sup>1)</sup>、加藤博和<sup>2)</sup>、朴秀日<sup>2)</sup>、西本祐司<sup>2)</sup>、山田祐磨<sup>2)</sup>

Ryuya Hayashi, Hirokazu Kato, Suil Park, Yuji Nishimoto, Yuma Yamada

1)名古屋大学工学部環境土木・建築学科

2)名古屋大学大学院環境学研究科

\*rhayashi@urban.env.nagoya-u.ac.jp

#### 1. はじめに

日本の運輸部門における CO<sub>2</sub> 排出量は全体の約 2 割であり、自家用乗用車がその約半数を占める。主な削減策の一つとして自家用乗用車から公共交通機関への転換があるが、旅客需要量[人 km]の小さい都市では公共交通機関の低炭素性での優位は小さい。そのため CO<sub>2</sub> 排出量を大幅に削減するには、旅客輸送量や運行頻度、そしてその背景となる都市の規模や密度等に応じて適当な旅客交通システムを導入することが重要である。

加えて近年、100 年に 1 度とも言われているモビリティ革命に伴う交通分野の大変革が見込まれている。特に、電動車両や近距離移動向けの端末モビリティの普及等に伴って、駅勢圏の拡大が生じるため、公共交通機関の利便性向上と環境負荷削減が見込まれる。

そのため、都市・地域の中長期的な脱炭素化の実現には、端末モビリティの普及に伴う都市構造の変化を考慮した上で、都市規模に応じた旅客交通システムの選定を行うことが重要である。

#### 2. 研究の目的

本研究では、新たな輸送システム整備に伴う他の輸送システムの CO<sub>2</sub> 排出量変化を、波及効果を含めて考慮する Extended Life Cycle Environmental Load(ELCEL)の概念<sup>1)</sup>を適用して、都市規模別に中長期における旅客交通起源 CO<sub>2</sub> 排出量を大幅に削減する旅客交通システム選定手法を構築し、それを用いて低炭素性評価を実施することを目的とする。

#### 3. 研究の流れ

はじめに、現状(2019 年)の市区町村単位での旅客交通起源 CO<sub>2</sub> 排出量を推計した上で、CO<sub>2</sub> 排出量の将来予測モデルを構築する。そして中期(2030 年)における CO<sub>2</sub> 排出量を、技術レベルが現状のまま推移した場合(EST0)と、車両技術を向上させる施策(EST1)を加えた場合について予測する。加えて、交通形態を改変させる施策(EST2)を挙げ、駅勢圏の拡大に伴う自家用乗用車から公共交通機関への転換による削減量を算出し、2030 年の目標値(2013 年度比で 35[%]削減)との比較・評価を行う。

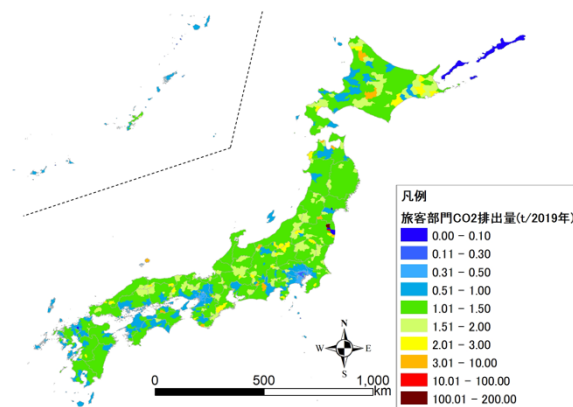


図1 一人当たり旅客交通 CO<sub>2</sub> 排出量(2019)

#### 4. 現状および中期における CO<sub>2</sub> 排出量の算出

##### 4.1 現状(2019 年)での CO<sub>2</sub> 排出量の推計

旅客交通部門の輸送機関として自家用乗用車(軽乗用車・乗用車)・鉄道・バスを対象に CO<sub>2</sub> 排出量を算出する。

##### a) 自家用乗用車

石河ら<sup>2)</sup>が算出した市区町村別の推計結果を現状の CO<sub>2</sub> 排出量とする。

##### b) 鉄道

令和元年度の鉄道統計年報<sup>3)</sup>より、電力・燃料消費量のデータを運輸局別に集計した上で、各市区町村へ鉄道路線長比で按分し、使用エネルギー別の CO<sub>2</sub> 排出原単位を乗じて CO<sub>2</sub> 排出量を算出する。

##### c) バス

平成 27 年度道路交通センサスの結果<sup>4)</sup>から推計された市区町村別 CO<sub>2</sub> 排出量を使用する。

a)~c)で推計した合計値を旅客交通起源 CO<sub>2</sub> 排出量とみなし、市区町村の人口で除すことで一人当たり CO<sub>2</sub> 排出量を推計する。結果を図 1 に示す。

##### 4.2 中期(EST0・EST1)での CO<sub>2</sub> 排出量の予測

鉄道・バスの運行量は一定と仮定し、自家用乗用車の保有台数を式(1)の推計モデルより算出する。なお、一台当たり走行距離は、既往研究<sup>3)</sup>の可住地人口密度と一台当たり走行距離の関係式より算出する。それを用いて 2030 年の旅客交通起源 CO<sub>2</sub> 排出量を予測し、さらに EST1 シナリオ適用による削減量を算出する。本研究では EST1 施

表1 EST1 施策の想定(自家用乗用車)

車種	普及率[%]	ライフタイム[年]
ガソリン自動車	50	12.5
ハイブリッド自動車	30	
電気自動車	20	

策として、車両技術の向上・電力のCO<sub>2</sub>排出係数の改善を想定し、設定値を表1に示す。自家用乗用車の原単位は大石ら<sup>5)</sup>の値を使用する。

$$H_i = POP_i \cdot \exp(\gamma_1) \cdot R_i^{\gamma_2} \cdot \left(\frac{1}{DID_i}\right)^{\gamma_3} \cdot \left(\frac{1}{d_i}\right)^{\gamma_4} \quad (1)$$

$i$ : 市区町村,  $H_i$ : 自家用車保有台数,  $POP_i$ : 人口,  $\gamma_1$ : 乗用車保有率,  $R_i$ : 一人当たり道路延長[km/人],  $DID_i$ : DID人口密度[人/km<sup>2</sup>],  $d_i$ : 駅密度[駅数/可住地面積 km<sup>2</sup>],  $\gamma_1 \sim \gamma_4$ : パラメータ

### 4.3 EST2 シナリオによるCO<sub>2</sub>排出量の予測

次にEST2 施策として、端末モビリティ普及に伴う自家用乗用車から公共交通機関への転換を想定する。端末モビリティとして電動キックボードを想定する。さらに、公共交通機関のモードの転換についても考慮し、LC-CO<sub>2</sub>排出量が最小となる旅客交通システムを算出する。対象とする交通システムは、LRT・BRT・地下鉄・AGT とする。なおLC-CO<sub>2</sub>排出原単位は事業者より取得したデータを使用する。

また、駅勢圏人口は平均人口密度に駅数と駅勢圏面積を乗じることで算出する。なお駅勢圏は半径500[m]の正円と仮定し、圏内の自家用乗用車の保有者が公共交通機関へ転換することを想定する。

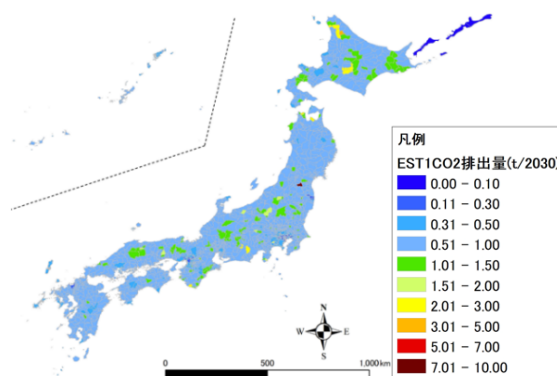
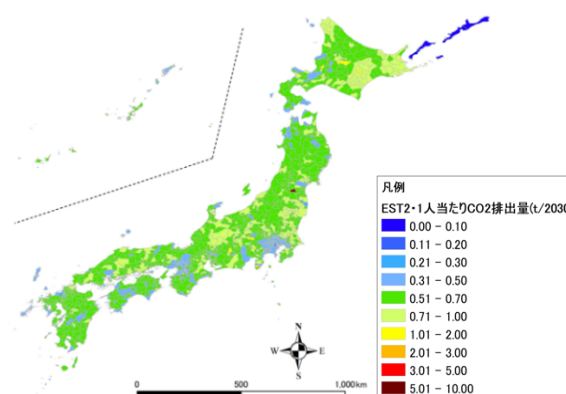
## 5. CO<sub>2</sub>排出量の試算結果

EST1・EST2 施策実施後のCO<sub>2</sub>排出量の算出結果をそれぞれ図2・図3に示す。本研究ではほとんどの都市では、LC-CO<sub>2</sub>排出量が最小となる旅客交通システムとして「LRT」が選定されたが、一部の中山間地域では「BRT」となった。またEST1・EST2 施策の適用により、2013年度比でそれぞれ46.7%、41.9%のCO<sub>2</sub>排出量の削減効果が見られ、EST1 実施のみでも2030年の目標を達成できることがわかった。

## 6. おわりに

本研究では中期における旅客交通部門CO<sub>2</sub>排出量を大幅に削減する旅客交通システムを都市規模別で選定した。

今後は他の端末モビリティとの比較や、2050年の旅客交通部門におけるカーボンニュートラル実現可能性について評価・検証と環境・交通施策の検討手法をまとめる。

図2 一人当たり旅客交通CO<sub>2</sub>排出量(2030,EST1)図3 一人当たり旅客交通CO<sub>2</sub>排出量(2030,EST2)

謝辞:本研究は(独)環境再生保全機構の環境研究総合推進費(JPMEERF20201G01)により実施した。

## 参考文献

- 1) 加藤博和, 柴原尚希(2009): ELCEL 概念による Social/Dynamic LCA への挑戦, 日本LCA学会誌, Vol5, No.1, pp.12-19
- 2) 石河正寛, 加藤秀樹, 有賀敏典, 金本有子, 金晃敏, 崔文竹, 松橋啓介(2022): 自動車検査証の個別統計を用いた全国地域別乗用車CO<sub>2</sub>排出量の試算, 交通工学論文集, 第8巻, 第5号, pp.1-10
- 3) 国土交通省“鉄道統計年報令和元年度(5)-17 運転用電力、燃料及び油脂消費額”, 鉄道統計年報,(オンライン),入手先, <[https://www.mlit.go.jp/tetudo/tetudo\\_tk2\\_000053.html](https://www.mlit.go.jp/tetudo/tetudo_tk2_000053.html)> (参照 2023-1-21)
- 4) 環境省“運輸部門(自動車)CO<sub>2</sub>排出量推計データ(令和4年3月)”,(オンライン),入手先 <[https://www.env.go.jp/policy/local\\_keikaku/tools/car.html](https://www.env.go.jp/policy/local_keikaku/tools/car.html)>(参照 2023-1-21)
- 5) 大石直毅, 朴秀日, 加藤博和(2021): 新たなパーソナルモビリティツールのライフサイクルCO<sub>2</sub>原単位の作成, 第16回日本LCA学会研究発表会講演要旨集, CD-ROM(3-D1-01)