

令和元年6月21日現在

機関番号：82101

研究種目：若手研究(B)

研究期間：2016～2018

課題番号：16K16230

研究課題名(和文)都市のコンパクト化による交通行動の変化を考慮した運輸部門CO2排出量推計モデル

研究課題名(英文) Estimation model of CO2 emissions in transportation sector considering travel behavior change accompanied with making cities compact

研究代表者

有賀 敏典 (ARIGA, TOSHINORI)

国立研究開発法人国立環境研究所・社会環境システム研究センター・主任研究員

研究者番号：80585844

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：携帯電話位置情報をもとにした時間常別メッシュ人口(流動人口データ)を用いた自動車CO2排出量推計法を開発した。土浦生活圏500mメッシュの2015年10月平日の2時間毎平均人口を用いて、住民が午前2時に滞在していたメッシュに翌午前2時に戻ってくる仮定の下、エントロピーモデルを適用し、住民の時空間バスを推計した。次にt地図APIを用いた1日のトリップダイアリーについてのWebアンケート調査から、出発地・目的地属性別の交通手段を推計した。さらに乗用車走行距離を算出し、排出係数を乗じることで乗用車CO2の推計を行った。

研究成果の学術的意義や社会的意義

国内の全CO2排出量の約20%が運輸部門由来で、そのうち過半が乗用車によるものであり、低炭素社会を実現する上で乗用車のCO2排出削減は重要な課題となっている。コンパクトなまちづくりは乗用車CO2排出削減に大きな効果があるとされるが、人口分布や施設配置が変わっていく過程で、住民の交通行動はどのように変わっているのか、それに伴って排出量はどの程度削減されているのかモニタリングする方法が確立されていない。本研究は近年利用可能になった携帯電話位置情報をもとにした人口統計データからモニタリングを試み、政策の効果をいち早く知る方法を模索したものである。

研究成果の概要(英文)：This study explores a new method derived from inner-city transportation by using mobile phone positioning data to estimate automobile emissions. The Floating Population Data on average weekdays in the Tsuchiura region in Japan was used for the purposes of the current estimation. First, the entropy model was employed to duplicate the daily spatio-temporal trajectories of people under the assumption that they were at their home cell at 2am and that after their travels within the city, they returned to the same cell within 24 hours. Next, modal splits of both origin and destination cells were estimated according to an online questionnaire survey on travel behavior conducted in 2015. Finally, automobile CO2 emissions were calculated based on the vehicle kilometers traveled by a unit of emission. In conclusion, this new estimation method enables the immediate assessment of automobile CO2 released into the atmosphere by inner-city traffic movement.

研究分野：交通行動分析

キーワード：交通行動分析 コンパクトシティ 運輸部門CO2排出量 ビッグデータ webアンケート エントロピーモデル

様式 C-19, F-19-1, Z-19, CK-19 (共通)

1. 研究開始当初の背景

低炭素社会を実現する上で運輸部門、特に乗用車の CO₂ 排出削減は重要な課題となっている。これまでの削減努力により一人当たり排出量は近年減少傾向にあるが、これまで拡大した市街地が人口減少によって歯抜けのように縮退すると、公共交通劣化による自動車利用頻度の増加、施設数減少による自動車走行距離の増加が起これ、乗用車 CO₂ 排出量の減少が難しくなる可能性がある。そこで燃費改善などの車両の改良はもとより、コンパクトな都市構造へ誘導する必要性が強調されている。

申請者は、これまで都市をコンパクトにすることで乗用車 CO₂ 排出量がどれくらい減る見込みか定量的推計を行ってきた。具体的には、1km メッシュ人口を説明変数、メッシュ内住民の一人当たり乗用車 CO₂ 排出量を被説明変数として回帰分析を行うことで、メッシュ人口密度別の一人当たり乗用車 CO₂ 排出量を算出し、これをもとに都市構造の違いによる乗用車 CO₂ 排出量の差異を示した。しかし、乗用車 CO₂ 排出量と夜間人口分布の両者の相関関係を示すことにとどまっており、両者の間にある交通行動を明示的に示していないという課題があった。

一方で、これまで政府統計である夜間・昼間・就業・従業人口を除く人口分布データはほとんど利用できなかったが、近年では携帯電話位置情報を集計し補正した時間帯別メッシュ人口データが新たに利用可能になっている。このような詳細な時空間データを用いることで、交通行動を明示的に示した説明力の高い乗用車 CO₂ 排出量推計モデルが構築できるのではないかと考えた。

2. 研究の目的

本研究では、携帯電話位置情報をもとにした時間帯別メッシュ人口という詳細な時空間データを用い、『交通行動を明示的に示した乗用車 CO₂ 排出量推計モデル』の構築・適用を目的とする。

3. 研究の方法

携帯電話位置情報をもとにした時間帯別メッシュ人口(流動人口データ)を用いた自動車 CO₂ 排出量推計法を開発する。データは、土浦生活圏 500m メッシュの 2015 年 10 月平日の 2 時間毎平均のものを用いる。住民は 2 時に滞在している場所に 26 時(翌 2 時)に戻ってくる仮定の下、エントロピーモデルを適用し、住民の時空間パスを推計する。次に Web アンケート調査から交通手段を推計し、乗用車走行距離を算出し、排出係数を乗じることで乗用車 CO₂ の推計を行う。具体的には以下の手順で行う。

(1) 既存エントロピーモデルの拡張

既存のエントロピーモデルを用いると、2 時点のメッシュ人口から、メッシュ間の交通量を推計することができる(二重制約型モデル)。また、これに経由地を加えた三重制約型モデルが提案されている。本研究では、三重制約型モデルを用い、2 時-14 時-26 時のメッシュ人口から、出発地・経由地・到着地別のメッシュ間交通量を求める。さらに、(2 時-8 時-14 時)、(2 時-6 時-8 時)、(2 時-4 時-6 時)のように同様に求める。

(2) 住民の時空間パスの再現

2 時-14 時-26 時の出発地・経由地・到着地別の交通量から、各遷移パターンの確率を算出する。(2 時-8 時-14 時)、(2 時-6 時-8 時)、(2 時-4 時-6 時)等も同様に行う。2 時のメッシュ人口を夜間人口ととらえ、上で求めた遷移確率から、2 時に滞在している場所に 26 時(翌 2 時)に戻ってくる土浦生活圏住民の仮想的な時空間パスを全住民について生成する。

(3) Web アンケートによる交通手段の推計

(2)で住民の時空間パスについては再現することができるが、移動のうち乗用車によるものがどれだけあるか別途推定する必要がある。Web アンケート調査で、1 日のトリップを尋ね、居住地の属性別(DID 内/外)・勤務地の属性別(DID 内/外)の通勤における乗用車分担率、居住地の属性別(DID 内/外)の私事における乗用車分担率を算出する。

(4) 乗用車走行距離と乗用車 CO₂ 排出量の推計

(3)で時空間パスと移動の交通手段が推計できている。これらを集計し、1 日の乗用車走行距離を算出するとともに、排出係数(走行距離あたり CO₂ 排出量)を乗じることで、乗用車 CO₂ 排出量を推計する。

4. 研究成果

(1) 既存エントロピーモデルの拡張

三重制約型モデルの土浦生活圏 500m メッシュ 2 時間毎人口への適用に成功した。しかし、課題として、生活圏外との交通流動の考慮が挙げられる。また、エントロピーモデルでは、通常全住民の総移動コストなどの制約条件が必要であるが、そのような条件の値は未知であり、妥当な設定の方法を確立する必要がある。

(2) 住民の時空間パスの再現

住民の時空間パスを求めた結果を図 1 に図示する。なお、全住民の時空間パスを表示すると見にくくなるため、1000 分の 1 に間引いたものである。2 時に滞在している場所に 26 時（翌 2 時）に戻ってくるパスを作成することができた。

(3) Web アンケートによる交通手段の推計

図 2 のように、典型的な日の平日のトリップについて、時刻、場所、交通手段を Web アンケートで調査した。なお、場所については、地図 API を用いることで、緯度経度情報を取得し、既存の DID 地区のポリゴンと GIS 上で重ね合わせることで、DID 内外を判別した。これらを用い、居住地の属性別 (DID 内/外)・勤務地の属性別 (DID 内/外) の通勤における乗用車分担率、居住地の属性別 (DID 内/外) の私事における乗用車分担率を算出することができた。

(4) 乗用車走行距離と乗用車 CO₂ 排出量の推計

(2)の時空間パスから住民の 1 日の移動距離の分布を集計すると図 3 のようになった。これによると既存調査に比べると移動距離が長くなっており、エントロピーモデルにおける総移動コストの制約が緩かったものと考えられる。次に、住民の 1 日の移動距離のうち(3)より乗用車による移動のみを抽出し、乗用車移動距離の分布を示したものが図 4 になる。さらに、乗用車走行距離に排出係数（走行距離あたり CO₂ 排出量）を乗じることで、乗用車 CO₂ 排出量の分布を図 5 に示す。自動車中心のライフスタイルの人と自動車を使わないライフスタイルの人がいることが表現できた。今後、乗用車 CO₂ 排出量を削減する際に、どこの居住者にどのような政策をうてばよいか判断する際に役立てることが期待できる。

エントロピーモデルにおける総移動コストの設定など課題はあるものの、携帯電話位置情報をもとにした時間帯別メッシュ人口を用い、『交通行動を明示的に示した乗用車 CO₂ 排出量推計モデル』を構築し、土浦生活圏のデータを用いた適用ができた。コンパクトなまちづくりは乗用車 CO₂ 排出削減に大きな効果があるとされるが、今後人口分布や施設配置が変わっていく過程で、住民の交通行動はどのように変わっているのかモニタリングする必要がある。24 時間 365 日とれている携帯電話位置情報に基づく時間帯メッシュ推定人口から、乗用車 CO₂ 排出量を推計するモデルの役割は大きいと考えられる。

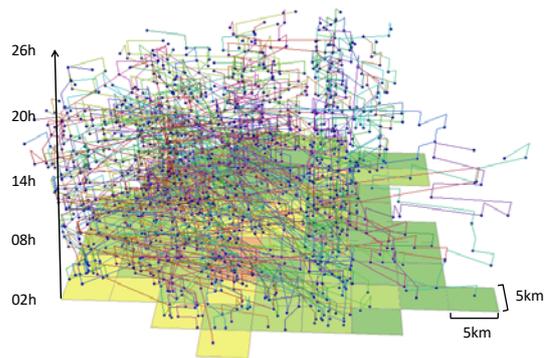


図 1 土浦生活圏 2015 年 10 月平日の時空間パスの再現

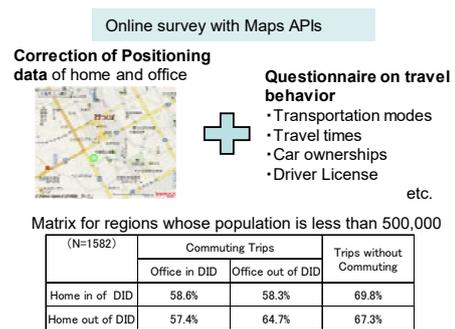


図 2 交通手段分担推計 Web 調査

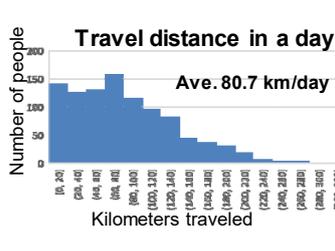


図 3 移動距離の分布

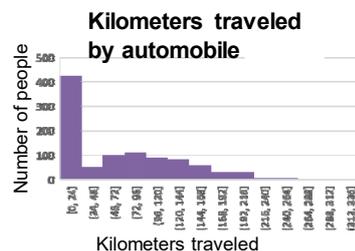


図 4 乗用車走行距離の分布

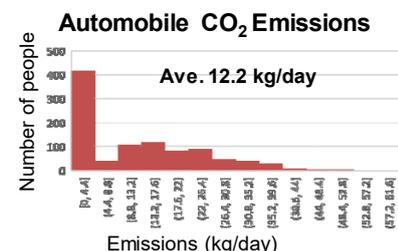


図 5 乗用車 CO₂ 排出量の分布

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕（計3件）

- ① 陳鶴, 有賀敏典, 松橋啓介 (2018) メッシュ周辺人口集積度に基づいた乗用車 CO2 排出量の推計. 土木計画学研究・論文集 (特集), 査読有, 74 (5), 101-107
DOI: https://doi.org/10.2208/jscejpm.74.I_101
- ② Ariga T., Aono S., Ohmori N. (2017) Household Activity Travel Simulator for Child-care: the Activity Re-scheduler with Interactive Generation of Alternative Travel Opportunities (ARIGATO-Childcare). Proceedings of 15th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management, 査読有
ISBN: 978-0-6481161-0-3
- ③ Ariga T., Matsubishi K. (2016) Urban Structure and the Number of Seniors with Poor Access to Transit: Spatial Analysis of the Greater Tokyo Region. Urban and Regional Planning Review, 査読有, 3, 109-122
DOI: <https://doi.org/10.14398/urpr.3.109>

〔学会発表〕（計6件）

- ① 有賀敏典 (2019) 携帯電話位置情報ビッグデータを用いた1日の人間行動推計. 2018年度愛知大学経営学会ワークショップ
- ② Ariga T. (2019) Spatio-temporal trajectory-based estimation of automobile CO2 emissions using mobile phone positioning data. 4th International Forum on Sustainable Future in Asia 4th NIES International Forum
- ③ 有賀敏典, 金森有子, 松橋啓介 (2017) 都市の集約化による生活時間・交通行動の変化と自動車 CO2 排出量の推計. 環境科学会 2017 年会, 講演要旨集, p.37
- ④ Ariga T., Aono S., Ohmori N. (2017) Household Activity Travel Simulator for Child-care: the Activity Re-scheduler with Interactive Generation of Alternative Travel Opportunities (ARIGATO-Childcare). 15th International Conference on Computers in Urban Planning and Urban Management, -
- ⑤ Ariga T., Matsubishi K. (2017) Prospect of passenger car CO2 emissions with urban population density scenarios in Japan, 2nd International Forum on Sustainable Future in Asia, -
- ⑥ Ariga T. (2016) How much can compact city reduce automobile CO2 emission?. 2016 Japan-America Frontiers of Engineering Symposium, -

6. 研究組織

研究分担者なし

※科研費による研究は、研究者の自覚と責任において実施するものです。そのため、研究の実施や研究成果の公表等については、国の要請等に基づくものではなく、その研究成果に関する見解や責任は、研究者個人に帰属されます。