

人の流れデータを活用した交通行動における CO₂排出量の推定と都市間比較

薄井智貴¹, 金杉洋², 関本義秀³

¹正会員 東京大学空間情報科学研究センター 特任助教 (〒277-8568 千葉県柏市柏の葉5-1-5)
E-mail: usui@csis.u-tokyo.ac.jp

²非会員 東京大学空間情報科学研究センター 特任研究員
E-mail: yok@csis.u-tokyo.ac.jp

³正会員 東京大学空間情報科学研究センター 特任准教授
E-mail: sekimoto@csis.u-tokyo.ac.jp

ダイナミックに変化する人々の動きを詳細に捕らえることにより、例えば渋滞損失や商圈分析、環境負荷など、人の流れに起因する様々な影響評価がミクロレベルで可能となる。このような背景のもと、東京大学空間情報科学研究センター (CSIS) では、「人の流れプロジェクト」を立ち上げ、主要都市圏におけるPT調査データを1分刻みで時空間内挿処理を行い、都市圏毎の人の流れデータを整備している。

本稿では、人の流れプロジェクトで整備したデータ (人の流れデータ: PFLOW Data) を用い、詳細な人の位置情報をベースとしたCO₂排出量推計手法について基礎的検討を行った。本研究で用いたデータおよび手法を用いることで、比較的容易に各都市圏のCO₂排出量を算出でき、1日の交通行動に伴うCO₂排出量を時間帯別アニメーションとして可視化した結果について報告する。

Key Words : PFLOW Data, Environmental Burden, Person Trip

1. はじめに

日本国内の運輸部門におけるCO₂排出量は全体の約20%を占めており、都市圏内における移動体の環境負荷低減は重要な課題となっている。それに伴い、運輸部門の環境負荷削減の可能性について土木計画、交通工学分野においても様々な施策や地域での取り組みが実施されてはいるものの、その前提となる排出量算出の手法について未だ確立されてはならず、様々な研究者によって推計手法が提案されている。

交通行動に伴うCO₂排出量の推計を目的とした研究は多数存在しており、近年計算機の進歩により、交通シミュレータ等を用いて一人ひとりの交通行動を再現し、都市圏全体の交通量を求めることが可能になり、より正確な地域の排出量を推計するもの¹⁾も主流になりつつある。しかし、複雑な計算過程のためか敷居が高く、多くの場合は車両別平均走行速度から算出したCO₂排出係数に、交通量や走行距離等に車種別の独自の排出原単位を乗ずることで簡便に推計を行っている。CO₂排出原単位については、例えば、大城ら²⁾は、シャーシダイナモ試験による実測データから、車種別平均走行速度別にCO₂排出係数を算出している。また、森島ら³⁾は、四段階推計法

に基づいてそれぞれの段階で交通量を推定し、国土交通省総合政策局で提唱されている車種別・速度帯別に設定された原単位を走行キロ数に乗じて求めている。松橋ら⁴⁾は、市区町村別の運輸部門におけるCO₂排出量を明らかにするため、道路交通センサスの自動車起終点調査データとPT調査データに基づき市区町村別のCO₂排出量を推計している。排出原単位は、交通関係エネルギー便覧をベースに車種別燃料構成比の重み付けをした燃料種別CO₂排出係数を用いており、原動付き自転車および自動二輪の排出係数は、日本自動車工業会のものを利用している。また、船舶や航空機についても別資料による排出係数を利用していることが特徴としてあげられる。

一方、ミクロレベルでの環境負荷推計に関する研究の多くは、地方や県など行政区単位にて推計を行うことが多く、1kmメッシュや500mメッシュ、道路リンクレベルでの環境影響評価のためには、前者のような交通シミュレータ等を用いたミクロ単位での集計が必須となり、計算過程が複雑かつ膨大な時間を要することが問題となる。

これらを踏まえ、本研究では人の流れデータを用い、個々のCO₂発生行動に対し環境負荷排出原単位を乗じることにより、個人行動における排出量を算出し、都市圏内のCO₂排出量の分布を詳細メッシュレベルにおいて推

計する。人の流れデータはPT調査データの起終点(OD)および経由点情報を最短経路で時空間内挿をした整備済みのデータであるため、個々人のある一時点の位置からその時間帯における環境負荷等を比較的容易に推計でき、500mメッシュや道路リンクレベルでの集計も可能となる。本研究を用いることにより、パラメータを若干修正しつつ計算を実行することにより、容易に多くの都市圏やパラメータパターンの適用が可能となり、より局所的な地域でのCO₂排出量の比較分析ができる。

2. 人の流れデータとパラメータ設定

東京大学 空間情報科学研究センターでは2008年7月より「人の流れプロジェクト」を立ち上げ、データ処理の共通基盤としての動線解析プラットフォームを構築し、空間データクリーニングサービスと時空間データ提供サービスを開始している⁵⁾。このうち時空間データ提供サービスにおいては、主要5都市圏のパーソントリップ調査データ(以下、PTと称す)の起終点および経由地点情報をベースに1分刻みで時空間内挿処理を行い⁶⁾⁷⁾、各都市圏内の人の流れのデータとしてWeb上にて公開している。この人の流れデータは、PTの各サンプルに紐づく1分毎の位置、交通手段、移動目的、拡大係数(京阪神都市圏は除く)を独自のデータフォーマットで整備したデータで、性別や年齢、職業なども個人が特定できないレベルに情報を丸めた上で公開している。また、データはWeb-APIを用いることで利用者が必要とする様々な前提条件をもとに抽出が可能となっており、パラメータを適切に設定することで目的に応じた集計や分析が比較的容易に行える。

本研究においては、その人の流れデータを用いた研究例の一つとして、区切られた地域内の環境負荷を容易に算出することを目的としている。表-1に今回の推計で対象となる都市と利用した人の流れデータのベースとなるPTデータ、および4次メッシュ数を示した。今回は、整備済みの代表的な3都市圏を対象に推計を行った。

利用した人の流れデータは、Web-APIにより、以下の条件において抽出した。本研究では、抽出された1時点毎の人の流れデータに、交通手段別排出原単位を乗じることで、その位置でのCO₂排出量を求めている。

【人の流れデータ抽出条件】

- ・対象都市圏は、東京都市圏(72万人)、中京都市圏(26万人)、京阪神都市圏(平日43万人)
- ・集計メッシュは、各都市の4次メッシュとする
- ・各メッシュの中心座標とその直径500m四方を入力
- ・交通手段別に出力
- ・拡大係数、年齢、性別、目的、職業は条件指定なし

表-1 利用した人の流れデータ(都市圏)

対象都市	ベースとなるPT	4次メッシュ数
東京都*	第4回 東京都市圏PT	7,664
愛知県	第4回 中京都市圏PT	20,348
大阪府	第4回 京阪神都市圏PT	7,702

*伊豆諸島除く

3. 環境負荷排出原単位

本研究においては、松橋ら⁴⁾と同様の排出係数を用いCO₂排出量を推計した。利用した交通手段別の排出原単位を表-2に示す。今回、松橋ら⁴⁾の原単位を利用した理由は3つある。本研究で用いる人の流れデータ(PT調査)と年度が近い点、原単位の交通手段分類項目がPTとほぼ同様である点、および1人1kmあたりの排出原単位である点である。これにより、PTのサンプルデータを計算の過程において損失することなく計算に反映させることが可能となる。ただし、人の流れデータには船舶および航空機による移動はデータに反映されていないため、本研究においては船舶および航空機の排出量は考慮に入れていない点には注意が必要である。

表-2 利用した交通手段別CO₂排出原単位

交通手段	CO ₂ 排出原単位 [g-CO ₂ /人km]
原動付き自転車	31
自動二輪	92
タクシー・ハイヤー	396
軽乗用車	190
乗用車	190
貨物車	111
自家用バス	50
バス	58
鉄道・地下鉄	19

4. 推定結果と考察

表-3にCO₂排出量の推定結果を示す。表内の1時点あたりの総CO₂排出量は、その時点、例えば9時に4次メッシュ(500mメッシュ)内にいる1人あたりの交通手段別排出量をメッシュ毎に積算したもので、9時の時点における地域内の交通行動者の総CO₂排出量を示しており、また、1メッシュあたりの排出量はその1人あたりの平均、自動車交通分担率はその時点に行動中(移動中)の人の自動車交通手段分担率を示している。

地域別の総排出量を見ると、どの時間帯においても愛知県が多くなっているが、1メッシュあたりのCO₂排出

量は東京都に比べ半分以下であることから、県面積の広さがその原因と推測される。ただし、軽自動車と乗用車の自動車交通の割合が60%以上と非常に高い値となっており、自動車の交通分担率が高い愛知県の特徴が示唆されている一方で、CO₂排出量の高さが自動車交通に起因していることが分かる。

一方、東京都では、自動車分担率は低いものの、1メッシュあたりの排出量が高いことから、鉄道やバス等を利用する交通量の多さがCO₂排出量の原因となっていることが示されている。

ここで、京阪神都市圏の人の流れデータをベースに算出した大阪府に関しては、参考までに推計した結果を掲載してあるが、データそのものに拡大係数がないため、比較評価不能な値となっている。京阪神都市圏の拡大係数に関しては、第5回以降の人の流れデータには反映できるように現在、データ提供元と調整中である。

また、時間帯別に見ると、どの都市圏も朝、夕の混雑時に比べ、昼間は4~6割少ないことが伺え、朝夕の通勤時のCO₂排出量、つまりは朝夕の交通行動を減らすことでCO₂削減の可能性があることも示している。

次に、図-1abcに、これらの結果をGIS上に可視化した例を示す。愛知県に関しては、名古屋駅から栄地区にかけて、自動車通勤の多い豊田市、刈谷市、知立市などの排出量が多くなっており、また、幹線道路上も同様に高い値を示している。これは排出原単位の高い自動車交通に起因している可能性が高いことを示している。東京都に関しても同様に道路上、鉄道網上に高い値を示していることが分かる。

4. まとめと今後の課題

本研究では、人の流れデータの活用による環境負荷推計を目的として、市区町村等の行政区単位よりもさらに詳細な4次メッシュ単位のCO₂排出量を比較するため、簡易的な1人1kmあたりの交通手段別排出原単位を用いて各都市圏・各時点におけるCO₂排出量と分布を推計、比較し、アニメーションにより可視化した。結果、人の流れデータを用いることで、比較的容易に排出量の計算が可能となり、都市間排出量の比較や可視化も可能にした。今後は、人の流れデータの精度向上、および算出したCO₂排出量の精度検証も視野に入れ、他の様々な都市圏においても比較分析を行っていく予定である。

謝辞：本研究は、文部科学省科学研究費若手(A) [研究課題番号 21686047]、及び環境省の環境研究総合推進費 (RF-1012) の支援により実施したものである。ここに記して感謝の意を表します。

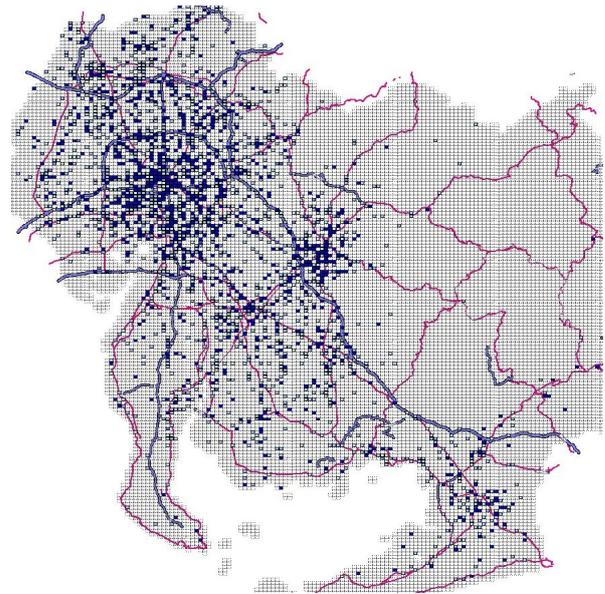


図-1a 愛知県の4次メッシュにおける平日午前9時のCO₂排出量の分布 (愛知県全体)

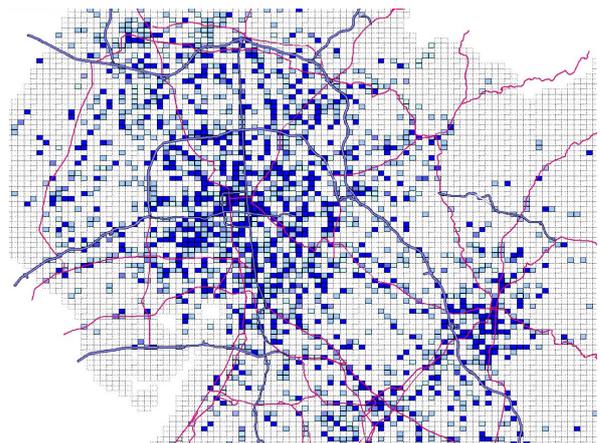


図-1b 愛知県の平日午前9時のCO₂排出量の分布 (名古屋駅~豊田市)

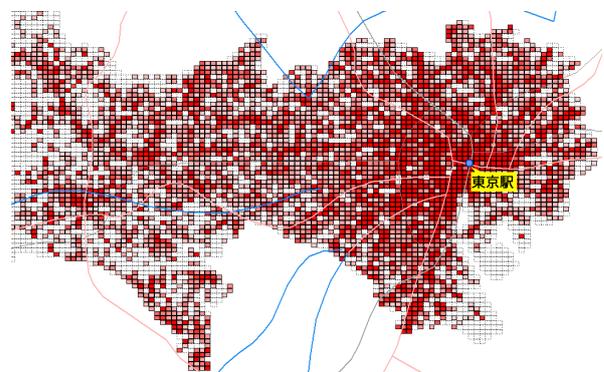


図-1c 東京都の平日午後18時にCO₂排出量分布

参考文献

- 1) 一井亮二, 浅田博之, 木村幸隆, 中野雅弘: 交通シミュレーションによる都市高速道路の ETC 導入効果と環境影響評価に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.35 (CD-ROM), 2007.
- 2) 大城温, 松下雅行, 並河良治, 大西博文: 自動車走行時の燃料消費率と二酸化炭素排出係数, 土木技術資料, Vol.43, No.11, pp.50-55, 2001.
- 3) 森島 仁, 加藤博和, 久野覚, 奥宮正哉, 湯澤秀樹, 丹羽英治: 交通起源 CO2 排出量を考慮した都市空間構造の将来シナリオ評価に関する研究, 土木計画学研究・講演集, Vol.40 (CD-ROM), 2010.
- 4) 松橋啓介, 駆動祐揮, 上岡直見, 森口祐一: 市区町村の運輸部門 CO2 排出量の推計手法に関する比較研究, 環境システム研究論文集, Vol.32, pp.235-242, 2004.
- 5) 人の流れプロジェクト: <http://pflow.csis.u-tokyo.ac.jp/>
- 6) 関本義秀, 菊地英一, 佐藤圭一, 秋山祐樹: パーソントリップデータを活用した人の流れの時空間的な詳細化, 交通工学研究発表会, 第 28 回, pp.197-200, 2008.
- 7) 薄井智貴, 関本義秀, 金杉洋, 南佳孝, 柴崎亮介: 5 都市圏パーソントリップデータの比較と時空間内挿処理の実現, 土木計画学論文集, Vol.27, No.3, pp.569-577, 2010.

(?????.?? 受付)

表-3 CO₂排出量推計結果の比較 (東京都, 愛知県, 大阪府)

対象都市	1時点あたりの総CO ₂ 排出量 [t-CO ₂]			1メッシュあたりのCO ₂ 排出量 [kg-CO ₂ /4次メッシュ]			自動車交通の分担率 [%]		
	9時	12時	18時	9時	12時	18時	9時	12時	18時
東京都	32.89	19.23	40.87	4.29	2.51	5.33	17.9%	33.4%	25.0%
愛知県	33.57	21.65	48.69	1.65	1.06	2.39	62.2%	67.8%	70.7%
大阪府*	0.44	0.27	0.67	0.057	0.037	0.087	44.3%	60.5%	49.1%

*大阪府 (京阪神都市圏) は拡大係数不明なため参考値

Estimation and City-to-City Comparison of Carbon Emissions on Travel Behavior using PFLOW Data

Tomotaka USUI, Hiroshi KANASUGI and Yoshihide SEKIMOTO

Recently, monitoring dynamic changes in people flow has become necessary. We start “People Flow Project(PFLOW Project)” which develops PFLOW Data for people flow on a large scale. This study is an estimation of environmental burden on travel behavior using PFLOW Data. If we use these methods, it may be easier to calculate it than to use a traffic simulator.

This paper reports the result of the estimation and City-to-City Comparison, hourly visualization using PFLOW Data.