

高時空間解像度活動量データを用いた 人為起源 CO₂ 排出量推計法の検討

Estimation of Anthropogenic CO₂ Emissions Using High-Resolution Activity Monitoring Data

地球循環共生工学領域 08E17062 細見幸太郎 (Kotaro HOSOMI)

Abstract: Recently, the idea of applying micro-geographical activity data for CO₂ emissions estimates has been proposed throughout the world. In this study, I estimated the spatial distribution and the time variation of CO₂ emission from surface transport sector in Japan using the fuel consumption data and high-resolution activity data. Firstly, the CO₂ emissions was estimated by the use of the fuel consumption data as the reference/truth. Next, the correlations between the reference/truth and (1) the traffic volume, daily positioning data from (2) Google and (3) Apple were analyzed. As the result, (1) the traffic volume was selected as the best estimate, and the use of traffic volume causes 10.6% of uncertainty of the CO₂ emissions estimation.

Keywords: CO₂, emission inventory, data collection, activity data, COVID-19

1. 背景と目的

日本は脱炭素化に向けた温室効果ガス排出量の定量化を目的として、エネルギー生産や廃棄物処理などの部門別の排出量インベントリを作成し公開している¹⁾。近年では、自動車交通量や携帯端末の位置情報などの GPS (Global Positioning System) を活用した高時空間解像度の活動量データ (以下、活動量) で排出量を詳細に推計する研究が行われている²⁾³⁾。しかし、これらの活動量を用いた推計手法の不確実性は明らかになっていない、そこで本研究では、日本全国の道路交通部門を対象に、高時空間解像度の活動量データで CO₂ 排出量を推計し、推計値の不確実性を定量的に評価することを目的とする。

2. 分析方法

2. 1 道路交通部門から排出される人為起源 CO₂ 排出量の推計

対象地域は日本全国とし、対象期間は 2019/01/01~2020/08/31 とした。排出量推計の対象物質は自動車の燃料が燃焼される際に発生する CO₂ とした。まず自動車燃料消費量調査から得られた月別の燃料消費量に CO₂ 排出係数を乗じて、排出量の参照値となる 9 つの地域別の CO₂ 排出量を推計した。次に、(1) 日本道路交通情報センターの 5 分解像度の断面交通量、(2) Google の携帯端末の日別の位置情報データ、(3) Apple の地図アプリケーションの日別の検索履歴の 3 つの活動量と燃料消費量の相関を分析した。最後に、(1)~(3) のうち燃料消費量と高い相関がある活動量 (以下、最良活動量) を按分指標として選定し、式(1)により CO₂ 排出量を時空間的に按分して地域別の CO₂ 排出量 E に換算した。

$$E = \sum \sum EF_{i,j} \cdot AD_{i,j} \cdot (s_t/s_0) \quad (1)$$

ここで、 $EF_{i,j}$ は地域 i の燃料種 j の CO₂ 排出係数 (kg-CO₂ L⁻¹)、 $AD_{i,j}$ は地域 i の燃料種 j の燃料消費量 (L)、 s_t 、 s_0 はそれぞれ時点 t と基準となる時点 0 の最良活動量の値である。

2. 2 推計値の不確実性評価

温室効果ガス排出量算定方法ガイドライン Ver.1.0⁴⁾ に従い、推計値の不確実性を式(2)で評価した。

$$U = \sqrt{U_{EF}^2 + U_A^2} \quad (2)$$

ここで、 U は推計値の不確実性 (%), U_{EF} は排出係数の不確実性 (%), U_A は活動量の不確実性 (%) である。

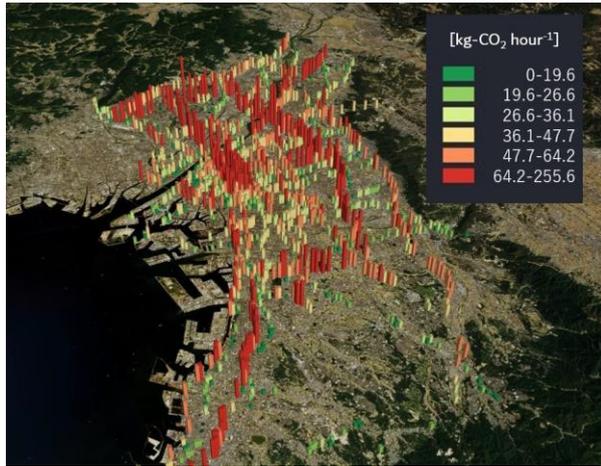


図1 大阪府のCO₂排出量の空間分布
(2020/04/01の時間排出量の日平均値)

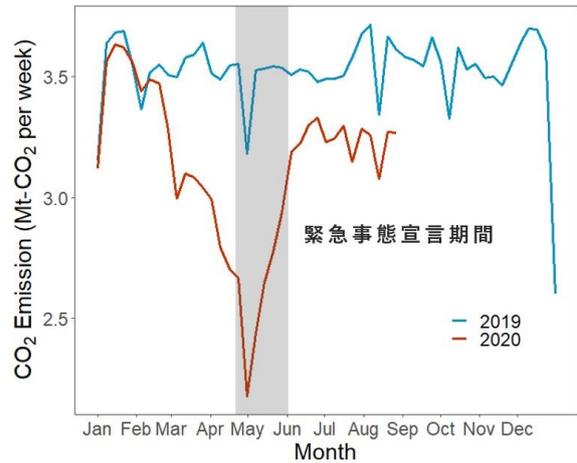


図2 全国の週CO₂排出量の時間変動

3. 結果と考察

3. 1 代替指標の選定結果と推計値の不確実性評価

燃料消費量と各活動量の相関係数は、(1) 断面交通量、(2) Google、(3) Apple でそれぞれ 0.86, 0.93, 0.64 (p-value = 0.013, 0.0037, 0.012) であった。燃料消費量と高い相関がある(1) 断面交通量と(2) Googleのうち、より時間・空間解像度が高い(1) 断面交通量を最良活動量とした。また式(2)を用いて推計したCO₂排出量の推計値の不確実性は、排出量の参照値の場合 1.6%であったのに対して、最良活動量として断面交通量を用いて推計した場合 10.6%に増大した。そのためCO₂排出量の推計値の不確実性をさらに小さくするためには、新たな高時空間解像度の活動量データを代替指標として検討する必要がある。

3. 2 CO₂排出量の空間分布と時間変動の推計結果

図1に断面交通量によって推計した大阪府の交通部門から排出されるCO₂の空間分布を示す。主要な国道を中心に高いCO₂排出量が推計されている。図2に断面交通量によって推計した全国の交通部門から排出されるCO₂の週排出量の時間変動を示す。2020年1～6月の排出量は前年の同期間と比べて12.1% (11.3 Mt-CO₂) 減少した。特に2020/04/17～2020/05/31はコロナウイルスの流行を受け全国に緊急事態宣言が発令された期間であるため、外出自粛によるCO₂排出量の大幅な減少が観測されたと考えられる。

4. 今後の課題

今後は道路交通部門以外の排出部門の推計を行う必要がある。特に民生や業務など排出源の空間分布・時間変動の推定が困難な排出部門に本研究の推計手法を適用し、従来のグリッドベースのインベントリをさらに高解像度化することが期待される。また、本推計の結果を大気モデルに入力し、地上・衛星観測結果と照合することで、推計値の客観的な評価を行うことが必要である。

参考文献

- 1) 国立環境研究所:地球環境研究センター：日本国温室効果ガスインベントリ報告書、<<http://www.nies.go.jp/gio/aboutghg/index.html>> 2021.02.04 参照。
- 2) Le Quéré, C., Jackson, R.B., Jones, M.W. et al. Temporary reduction in daily global CO₂ emissions during the COVID-19 forced confinement. *Nat. Clim. Chang.* 10, 647–653 (2020).
- 3) Liu, Z., Ciais, P., Deng, Z. et al. Near-real-time monitoring of global CO₂ emissions reveals the effects of the COVID-19 pandemic. *Nat Commun* 11, 5172 (2020).
- 4) 環境省：温室効果ガスインベントリ別添 7. 不確実性評価の手法と結果、< https://www.env.go.jp/earth/ondanka/ghg-mrv/unfccc/material/NIR-JPN-2006_J_18_Annex7.pdf > 2021.02.04 参照。