

**Abstract:** In recent years, methods to estimate greenhouse gas emission sources and to verify emission reduction by using observed data and inversion techniques are proposed. For use in them, an emission inventory of high spatial and temporal resolution is needed. In this study, I classified the anthropogenic CO<sub>2</sub> sources into point sources (thermal power plants, etc.), a line source (road transportation) and distributed sources (residence, etc.), and estimated annual emission using quantitative activities and emission factors in each sector. Then I identified the location of emission sources using aerial photographs, road maps, and population density, and estimated time series using the time courses of activities. As a result, the spatial resolution of distributed source was improved to 0.04 km<sup>2</sup> in average and 0.27 km<sup>2</sup> at maximum, and the temporal resolution to monthly to daily to hourly.

**Keywords:** emission inventory, bottom-up approach, top-down approach, point source, line source, distributed source

## 1. はじめに

温室効果ガスの排出量を削減するために、定量化を通じた削減活動の明示化が必要であり、それには排出の活動単位毎の推計と実測データを用いた排出量の検証が必要である。しかし都市域では温室効果ガスの排出活動が細かな空間スケールで複雑に行われており、行政単位で推計した既存のインベントリは時空間的な不確実性をもつ<sup>1)</sup>。アメリカ・インディアナポリスでは建物・道路単位で排出量が推計され、実測データとの比較が行われているが日本では1km解像度のインベントリであるEAGrid2010-Japanが構築されている段階にある<sup>2)3)</sup>。そこで本研究は、大阪府域から人為起源により排出されるCO<sub>2</sub>の時空間分布を詳細に推定する手法を提案し、他のインベントリや実測データとの比較により評価を行うことを目的とする。

## 2. 推計方法

本研究では表1に示すデータを用いて排出源の年間CO<sub>2</sub>排出量と空間分布、時間変動を推定した。点源と線源では位置情報をもつ活動量に排出係数を乗じることで、積み上げ計算によってCO<sub>2</sub>排出量を推計し、排出位置を特定した(ボトムアップ法)。分布源では排出源別に年間のCO<sub>2</sub>排出量を推計し、位置情報が付帯したCO<sub>2</sub>排出の活動量と相関が高いと考えられる按分指標を用いて排出位置と、その位置からのCO<sub>2</sub>排出量を推定した(トップダウン法)。時間変動は使用したデータに依存して、総排出量を月別・日別・時刻別に按分することで推定した。また本研究では、年次更新と対象とする地域や物質の拡大を想定し、定期的に更新され入手に制限がないデータを使用した。

表1 排出源の選定と使用したデータ

カテゴリ	排出源 名称	CO <sub>2</sub> 排出量の推計		空間分布の推定	時間変動の推定
		活動量または総排出量	排出係数(EF)または按分指標		
点源	火力発電所	発電機別出力、稼働率	発電方式別EF [t-CO <sub>2</sub> /kWh]	煙突位置(緯度経度)	電力供給量(3分毎)
	廃棄物処理場	施設別組成別焼却量	組成別EF [t-C/kg]		収集量(月毎)
線源	空港	機種別発着回数	機種別EF [t-CO <sub>2</sub> /発着回数]	空港所在地(緯度経度) 道路地図(GISラインデータ)	発着時刻(5分毎)
	道路交通(主要地方道以上)	車種別年間走行距離	車種別EF [t-CO <sub>2</sub> /km]		通行台数(代表日の時刻毎)
分布源	製造業, 建設・鉱業,	部門別の炭素排出量	部門別の従業者人口	国勢調査, 経済センサス { (a) 小地域 (b) 500mメッシュ	一定
	農林水産業				ガス供給量(月毎, 代表日の時刻毎)
	業務		居住人口		
	住宅				
	道路交通(主要地方道未満)	車種別年間走行距離			通行台数(代表日の時刻毎)

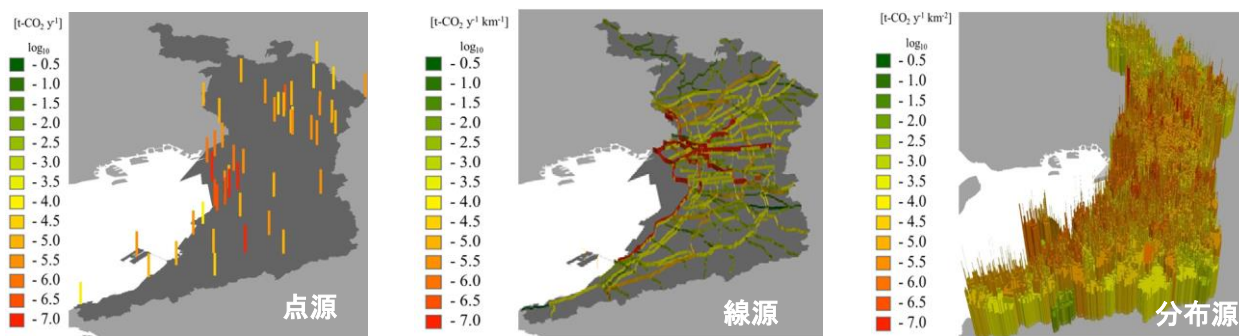


図1 排出源のカテゴリ別に推定した空間分布

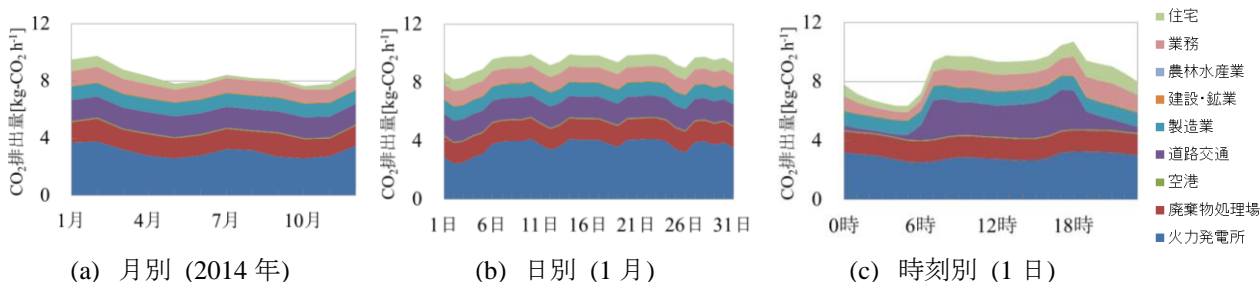


図2 排出源別に推定した時間変動

### 3. 結果と考察

本研究で推定した排出源のカテゴリ別の空間分布を図1に、各排出源の時間変動を図2に示す。点源、線源、分布源の排出位置はそれぞれ緯度経度、道路の位置、平均  $0.04 \text{ km}^2$  の領域に特定した。いずれも表1に示す位置情報をもつ統計の空間スケールが反映されている。推定した  $\text{CO}_2$  排出量の時間変動は月別・日別・時刻別に推定した。これは表1に示す統計の特性に依存し、火力発電所と時間変動の大きい道路交通からの  $\text{CO}_2$  排出量の変動の影響が確認できる。本研究で推計した年間の  $\text{CO}_2$  排出量は  $73.75 \text{ Mt-CO}_2 \text{ y}^{-1}$  となり、EAGrid2010-Japanが推計した大阪府域の  $\text{CO}_2$  排出量は  $75.46 \text{ Mt-CO}_2 \text{ y}^{-1}$  であった。これは使用した統計と指標の相違に起因すると考えられる。また堺市での実測値<sup>4)</sup>は  $1.8 \text{ Mt-CO}_2 \text{ y}^{-1}$  であり、本研究の同じ領域の排出量は  $2.4 \text{ Mt-CO}_2 \text{ y}^{-1}$  となり、どちらの結果も推計の過程で不確実性が生じていると考えられる。

### 4. 今後の課題

本研究の手法は今後  $\text{CH}_4$  や  $\text{NO}_x$  などの他物質や、東京などの他の大都市圏に適用するなどの水平展開が期待される。並行してブラックスタワーによる実測データの充実により、都市域から排出される  $\text{CO}_2$  を定量化する技術の向上が期待される。また本研究で推計した排出源だけでなく生態系による排出と吸収を加味することで、正味の排出量を推計したインベントリが構築できれば定量化の精度の向上が期待できる。

### 参考文献

- 1) Oda, T., Maksyutov, S.: A very high-resolution ( $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$ ) global fossil fuel  $\text{CO}_2$  emission inventory derived using a point source database and satellite observations of nighttime lights, *Atmos. Chem. Phys.*, 11, 543-556, doi:10.5194/acp-11-543-2011, 2011.
- 2) Turnbull, J. C., Sweeney, C., Karion, A., Newberger, T., Lehman, S. J., Tans, P. P., Davis, K. J., Lauvaux, T., Miles, N. L., Richardson, S. J., Cambaliza, M. O., Shepson, P. B., Gurney, K., Patarasuk, R., Razlivanov, I. : Toward quantification and source sector identification of fossil fuel  $\text{CO}_2$  emissions from an urban area: Results from the INFLUX experiment, *Journal of Geophysical Research*, pp.292-312, 2014.
- 3) Kannari, A., Tonooka, Y., Baba, T., and Murano, K.: Development of multiple-species  $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$  resolution hourly basis emissions inventory for Japan, *Atmos. Environ.*, 41, 3428-3439, 2007.
- 4) Ueyama, M., Ando, T. : Diurnal, weekly, seasonal, and spatial variabilities in carbon dioxide flux in different urban landscapes in Sakai, Japan, *Atmos. Chem. Phys.*, 16, pp.14727-14740, 2016.