

## 国勢調査データを用いた通勤・通学により排出されるCO<sub>2</sub>排出量の推計と分析

—大分市を対象として—

準会員○門原尚志\*1 正会員 金晃漢\*2 同 姫野由香\*3  
同 小林祐司\*4 同 佐藤誠治\*5

### 7. 都市計画—5. 都市環境と災害 都市計画 国勢調査, CO<sub>2</sub>排出量, 低炭素都市, GIS

#### 1. 研究の背景と目的

サステイナブルな都市の実現には、都市活動による環境負荷の低減は避けることはできない。なかでも地球温暖化の要因であるCO<sub>2</sub>の削減は、気候変動枠組条約第3回締約国会議(COP3)以来、重要な課題として世界中から注目されている。我が国の場合、総CO<sub>2</sub>排出量のうち運輸部門から排出されるCO<sub>2</sub>は19.8%を占め、削減は必須である。しかし、近年、自家用乗用車の急速な普及に伴う市街地の郊外化により、公共交通機関を利用し難い状況となっており、それがさらに自家用乗用車の利用を促進するといった悪循環に陥っている。このように、特に地方都市において、環境負荷の増大が顕在化している。

そこで、本研究では運輸部門から排出されるCO<sub>2</sub>のうち、通勤・通学により排出されるCO<sub>2</sub>排出量を推計

し、分析を行う。ここで、通勤・通学に限定したのは国勢調査のデータから交通手段別の利用者数を把握することが可能であり、一般に入手が容易で汎用性が高いことが挙げられる。これを基に通勤・通学によるCO<sub>2</sub>排出量を調査区ごとに推計し、分析することで低炭素都市づくりの基礎資料を提供することを目的とする。

#### 2. 対象地概要と研究方法

本研究では大分県大分市を対象としている。ただし、平成12年度の国勢調査のデータを用いるため、平成17年に大分市と合併した野津原地区と佐賀関地区を除いた旧大分市の534調査区(図-1)において分析を行う。

まず、平成12年度の国勢調査のデータより通勤・通学における利用交通手段別の分担率を算出する。次に、CO<sub>2</sub>排出原単位と各種平均距離、交通手段別の利用者数等より調査区ごとにCO<sub>2</sub>排出量を推計し、最後に特性を分析する。

#### 3. 利用交通手段の把握

通勤・通学者の総和に対する交通手段別の利用者数の割合を算出する。利用交通手段の分類を表-1に示す。なお、紙幅の都合上

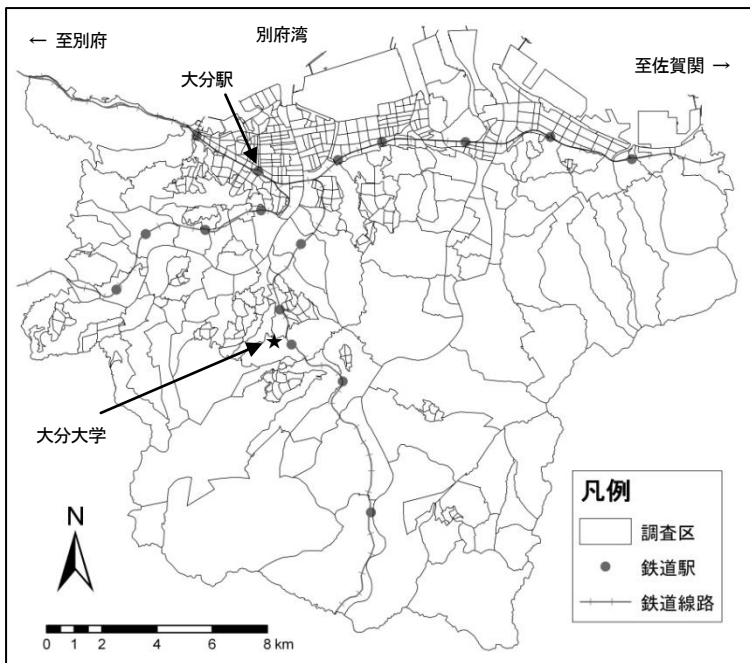


図-1 対象地と調査区

表-1 集計単位と使用データ

国勢調査の分類	分析に用いた分類
徒歩だけ	徒歩・自転車
自転車	
鉄道・電車	鉄道
乗合バス	バス
自家用車	自家用乗用車
勤め先・学校のバス	勤め先・学校のバス
ハイヤー・タクシー	ハイヤー・タクシー
オートバイ	オートバイ
その他	その他

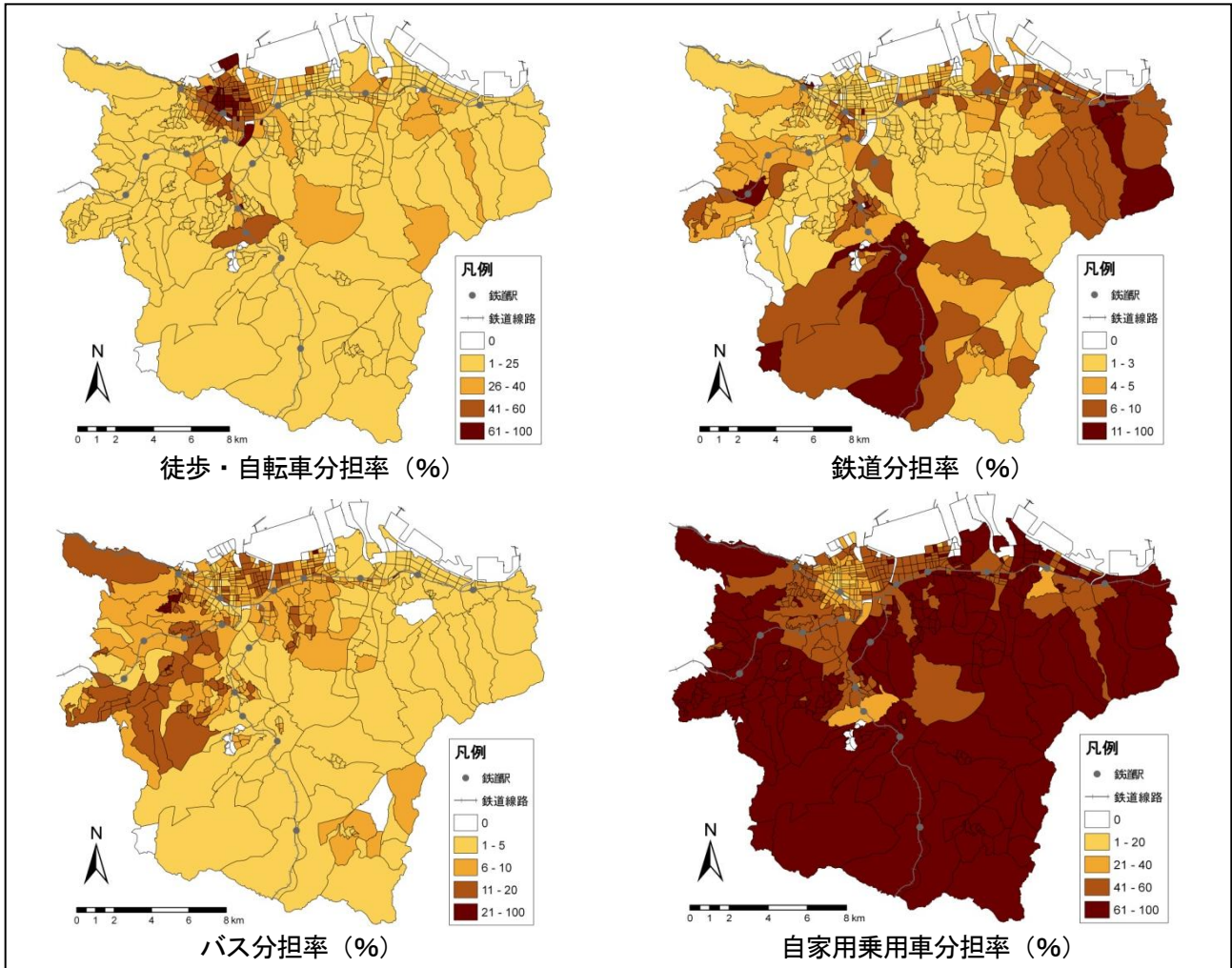


図-2 利用交通手段別分担率

「徒歩・自転車」、「鉄道」、「バス」、「自家用乗用車」の4分類の算出結果を図-2に示す。大分駅周辺の中心部では徒歩・自転車分担率が高く、自家用乗用車の分担率が低い。一方、郊外部では自家用乗用車の分担率が高く、徒歩・自転車分担率は低くなっている。また、鉄道駅の近くでは鉄道分担率が比較的高いことなどがわかる。

詳細にみていくと、大分駅周辺の徒歩・自転車分担率は40%を超え、中心部から離れた大分大学周辺においても高くなっている。一方、自家用乗用車の分担率は中心部から郊外へ向かって放射状に高くなり、ほとんどの地域で60%を超えている。このことから、郊外部では自家用乗用車に過度に依存していることがわかる。また、鉄道分担率は中心部から離れた鉄道駅周辺において比較的高くなっており、バス分担率は中心部から少し離れた地域で高くなっている。

#### 4. 通勤・通学により排出されるCO<sub>2</sub>排出量の推計

CO<sub>2</sub>排出量を推計するために、平成12年度の国勢調査のデータのほかに、住居系建物、道路、鉄道駅、バス停留所のGISデータ、各種平均距離、CO<sub>2</sub>排出原単位を用いる。なお、推計は表-3に示す分類で行う。推計式を表-4に示す。ここで、鉄道とバス

表-3 集計単位と使用データ

国勢調査の分類	推計に用いた分類
鉄道・電車	→ 鉄道
乗合バス	→ バス
自家用車	→ 自家用乗用車
ハイヤー・タクシー	→ タクシー
徒歩だけ	(除外)
自転車	(除外)
勤め先・学校のバス	(除外)
オートバイ	(除外)
その他	(除外)

表-4 CO<sub>2</sub>排出量の推計式

1	$U_{train} \times S_{ns-os,i} \times P_{train,i}$	$U_{train}$ : 鉄道1人1kmあたりのCO <sub>2</sub> 排出量(旅客)[g-CO <sub>2</sub> /人・km]
2	$U_{bus} \times S_{nb-ns,i} \times P_{train,i} + U_{train} \times S_{ns-os,i} \times P_{train,i}$	$U_{bus}$ : 営業用乗合バス1人1kmあたりのCO <sub>2</sub> 排出量(旅客)[g-CO <sub>2</sub> /人・km] $U_{car}$ : 自家用乗用車1人1kmあたりのCO <sub>2</sub> 排出量(旅客)[g-CO <sub>2</sub> /人・km] $U_{taxi}$ : 営業用乗用車1人1kmあたりのCO <sub>2</sub> 排出量(旅客)[g-CO <sub>2</sub> /人・km]
3	$U_{car} \times S_{h-ns,i} \times P_{train,i} + U_{train} \times S_{ns-os,i} \times P_{train,i}$	$S_{ns-os,i}$ : 調査区iの最寄鉄道駅から大分駅までの平均距離[km]
4	$U_{bus} \times S_{nb-os,i} \times P_{bus,i}$	$S_{nb-ns,i}$ : 調査区iの最寄バス停留所から最寄鉄道駅までの平均距離[km] $S_{h-ns,i}$ : 調査区iの各住居系建物の重心から最寄鉄道駅までの平均距離[km]
5	$U_{car} \times S_{h-nb,i} \times P_{bus,i} + U_{bus} \times S_{nb-os,i} \times P_{bus,i}$	$S_{nb-os,i}$ : 調査区iの最寄バス停留所から大分駅までの平均距離[km] $S_{h-nb,i}$ : 調査区iの各住居系建物の重心から最寄バス停留所までの平均距離[km]
6	$U_{car} \times S_{h-os,i} \times P_{car,i}$	$S_{h-os,i}$ : 調査区iの各住居系建物の重心から大分駅までの平均距離[km]
7	$U_{taxi} \times S_{h-os,i} \times P_{taxi,i}$	$P_{train,i}$ : 調査区iにおける通勤・通学者のうち鉄道利用者数[人] $P_{bus,i}$ : 調査区iにおける通勤・通学者のうちバス利用者数[人] $P_{car,i}$ : 調査区iにおける通勤・通学者のうち自家用乗用車利用者数[人] $P_{taxi,i}$ : 調査区iにおける通勤・通学者のうちタクシー利用者数[人]

利用による CO<sub>2</sub> 排出量の推計においては、鉄道駅とバス停留所への末端交通を考慮し、表-5のようなケースを設定する。また、平均距離は調査区ごとの各住居系建物の重心から大分駅、最寄鉄道駅、最寄バス停まで、最寄鉄道駅—大分駅間、最寄バス停—最寄鉄道駅間、最寄バス停—大分駅間の平均距離とし、ArcGIS の Network Analyst を用いて算出する。なお、徒歩圏は既往研究によると 300m～500m 等の距離として定義されているが、本稿では徒歩圏を 500m と設定している。ただし、鉄道駅からの徒歩圏はサービスエリアの規模を考慮し、1,000m としている。また、CO<sub>2</sub>排出原単位は平成 12 年度のデータ<sup>2)</sup>(表-6)を使用する。

表-6 CO<sub>2</sub>排出原単位 (g-CO<sub>2</sub>/人・km)

交通手段	原単位
鉄道	17
営業用乗合バス	94
自家用乗用車	188
営業用乗用車	414

表-5 ケースの設定

通勤・通学の仮定	
起点	各住居系建物の重心
終点	大分駅
徒歩圏	
鉄道駅	1,000m
バス停	500m
ケース	
鉄道	1 <sup>a)</sup> 起点 徒歩・自転車 最寄鉄道駅 鉄道 終点
	2 <sup>b)</sup> 起点 バス 最寄鉄道駅 鉄道 終点
	3 <sup>c)</sup> 起点 自家用乗用車 最寄鉄道駅 鉄道 終点
バス	4 <sup>d)</sup> 起点 徒歩・自転車 最寄バス停留所 バス 終点
	5 <sup>e)</sup> 起点 自家用乗用車 最寄バス停留所 バス 終点
自家用乗用車	6 起点 自家用乗用車 終点
タクシー	7 起点 タクシー 終点

\*a) 最寄鉄道駅までの平均距離が徒歩圏内にある場合  
 \*b) 最寄鉄道駅までの平均距離が徒歩圏内になく、最寄バス停留所までの平均距離が徒歩圏内にある場合  
 \*c) 最寄鉄道駅までの平均距離が徒歩圏内になく、最寄バス停留所までの平均距離が徒歩圏内でない場合  
 \*d) 最寄バス停留所までの平均距離が徒歩圏内にある場合  
 \*e) 最寄バス停留所までの平均距離が徒歩圏内でない場合

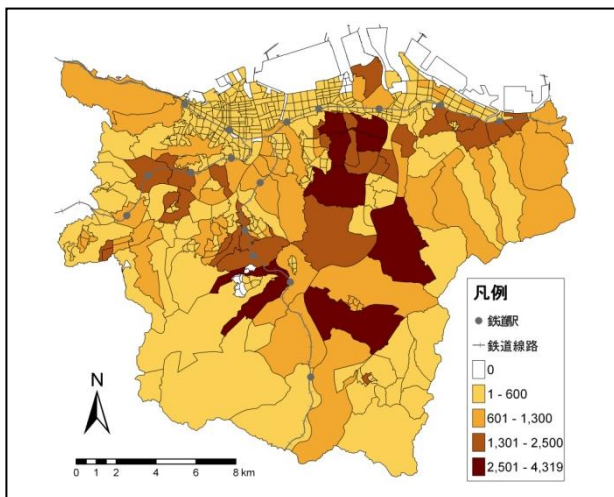


図-3 CO<sub>2</sub>排出量 (kg)

推計結果を図-3 に示す。大分駅周辺を中心部ではCO<sub>2</sub>排出量は600kg以下と比較的低い。これは、前章の「徒歩・自転車分担率」の高さからも、職住が近接し通勤・通学の距離が短いことが考えられる。一方、CO<sub>2</sub>排出量が2,500kgを超え高い値を示しているのは郊外部のなかでも中心部に近い地域であることがわかる。このように、CO<sub>2</sub>排出原単位が高い自家用乗用車の分担率が高い地域においてもCO<sub>2</sub>排出量にばらつきがあるのは、通勤・通学者数が影響していることが考えられる。

### 5. CO<sub>2</sub>排出量からみた居住地の特性

推計したCO<sub>2</sub>排出量から調査区ごとに特性を把握するため、CO<sub>2</sub>排出量と1世帯当たり人員（人口/世帯数）との相関をみる。なお、分析に用いる調査区ごとのCO<sub>2</sub>排出量、1世帯当たり人員、大分駅までの平均距離のデータは、調査区をCO<sub>2</sub>排出量の値を用いて自然分類（Jenks）により30に分類しそれぞれ平均した値を用いる。図-4にCO<sub>2</sub>排出量と1世帯当たり人員の関係を示す。CO<sub>2</sub>排出量と1世帯当たり人員にはやや相関があり、CO<sub>2</sub>排出量が増加すると1世帯当たり人員も増え、大分駅までの距離も長くなることわかる。このことから、単身者が多く住む大分駅周辺の居住地域において排出されるCO<sub>2</sub>は低く、子育て世代の多く住む郊外の住宅団地等の居住地域において排出

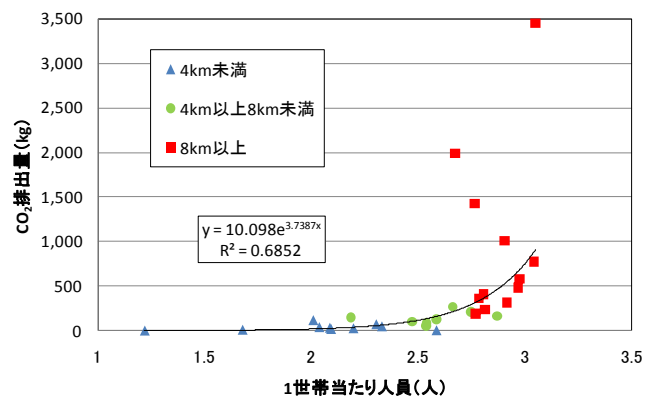


図-4 CO<sub>2</sub>排出量と1世帯当たり人員の関係

されるCO<sub>2</sub>は高くなっていることが考えられる。

### 6. まとめ

本稿では大分市を対象に、まず、平成12年度の国勢調査のデータを用いて調査区ごとに通勤・通学における利用交通手段別に分担率を把握した。これにより、大分市は特に郊外部において自家用乗用車に過度に依存していることがわかった。次に、CO<sub>2</sub>排出量の推計を行い調査区ごとにCO<sub>2</sub>排出量を把握し、1世帯当たり人員との関係性よりCO<sub>2</sub>排出量からみた居住地の特性の分析を行った。これにより、単身者が多い大分駅周辺におけるCO<sub>2</sub>排出量は低く、子育て世代の多い郊外の住宅団地等におけるCO<sub>2</sub>排出量は高くなっている可能性があることがわかった。

今後の課題として、他の指標を用いて、本研究において推計したCO<sub>2</sub>排出量との関係性から、調査区ごとにさらに詳細な分析を行い、低炭素都市づくりにおける課題の抽出と解決策の検討をしていくことが挙げられる。

#### 【参考文献】

- 1) 独立行政法人 国立環境研究所：日本国温室効果ガスインベントリ報告書 2010年4月, 2010
- 2) 国土交通省：平成14年度 国土交通白書, 2002
- 3) 金晃漢, 小林祐司, 姫野由香, 佐藤誠治：大分市における学校区を単位とした生活環境のコンパクト性に関する基礎的研究—交通・居住・教育環境施設を中心として, 日本建築学会九州支部研究報告, 第48号, pp.497-500, 2009
- 4) 高橋美保子, 出口敦, 西川秀樹：移動アクティビティにより排出されるCO<sub>2</sub>と土地利用の関係に関する研究—福岡市を事例として—, 日本建築学会計画系論文集, 第588号, pp.103-109, 2005

<sup>1</sup> 大分大学工学部福祉環境工学科建築コース 学部生

<sup>2</sup> 大分大学大学院工学研究科博士後期課程 修士 (工学)

<sup>3</sup> 大分大学工学部福祉環境工学科建築コース 助教・博士 (工学)

<sup>4</sup> 大分大学工学部福祉環境工学科建築コース 准教授・博士 (工学)

<sup>5</sup> 大分大学工学部福祉環境工学科建築コース 教授・工学博士

Undergraduate Student, Oita Univ.

Graduate Student Doctor's Course, Graduate School of Eng, Oita Univ.

Research Associate, Dept. of Architecture, Faculty of Eng., Oita Univ., Dr. Eng.

Associate Professor, Dept. of Architecture, Faculty of Eng, Oita Univ., Dr. Eng.

Professor, Dept. of Architecture, Faculty of Eng, Oita Univ., Dr. Eng.