

自動車交通からの CO₂ 排出量の削減対策の評価方法

SHEN KUANGTIAO · 山本佳世子

Evaluation Method for the Measures against the Reduction of Carbon Dioxin Emission from Automobile Traffic

Kuangtiao SHEN and Kayoko YAMAMOTO

Abstract: According to the Fifth Assessment Report of the IPCC (2013), because of the concentrations of greenhouse gas has been rising rapidly with the expanse of human activities in the 200 years after the industrial revolution, the reduction of Carbon Dioxin (CO₂) emission is considered to be an urgent issue. This study aims to propose an evaluation method for the measures against the reduction of CO₂ emission from automobile traffic using Geographic Information Systems (GIS). In addition, adopting the proposed evaluation method, the measures against the reduction of CO₂ emission are evaluated in evaluated region to provide more useful information to the measures of against global warming.

Keywords: CO₂ (Carbon Dioxin), 排出物 (Emission), 自動車交通 (Automobile Traffic), 道路ネットワーク (Road Network), GIS (Geographic Information Systems)

1. 序論

1.1 研究の背景と目的

温室効果ガスは生物が生きるために必要不可欠なものである。しかし、IPCC の第 5 次評価報告書 (2013) によると、産業革命以後の 200 年間に人間活動の増大に伴って温室効果ガス濃度は急激に上昇したため、現在 CO₂ 排出量の削減が緊急課題であると考えられる。そして、自動車交通からの CO₂ 排出量は多いため、自動車部門での CO₂ 排出量を正確に算出し、CO₂ 排出量削減のための対策の効果の有無について検討することが必要不可欠であると言える。そこで、本研究は GIS を利用し、自動車交通からの CO₂ 排出量の削減対策の評価方法を提案することを目的とする。また、提案した評価方法により、評価対象地域の CO₂ 排出量削減のための既存対策を評価し、地球温暖化対策計画に対して従来よりも有効な情報

提供を行う。

1.2 関連分野における本研究の位置付け

本研究と同様に地球温暖化に関する先行研究は、原因、対策、影響、現状の 4 つのグループに大きく分類することができる。本研究は、地球温暖化の影響に関する研究に該当し、そのうちでも自動車交通からの自動車交通からの CO₂ 排出量の削減対策を研究対象とし、その効果を評価する。また、CO₂ 排出量の削減対策に着目した先行研究に対し、本研究ではデータベース構築ツール、情報解析ツールとして有効性が高い GIS、公共に広く提供されているオープンデータを用いて、上記の先行研究よりもより詳細な空間スケールで、自動車交通からの CO₂ 排出量を算出するとともに、道路交通状況を反映したデジタル地図形式のデータベースを構築する。さらに、自動車交通から

の CO₂ 排出量の削減対策を収集・整理したうえで体系化し、これらを評価する方法を提案する点において研究の意義を示す。

2. 評価の枠組み

2.1. 評価方法

本研究では、日本での自動車交通から発生する CO₂ 排出量の分布を考慮して、評価対象地域を選定し、当地域の自動車交通からの CO₂ 排出量の削減対策を整理し体系的にまとめる。CO₂ 排出量の削減対策における道路交通量データや初期関数及び効果関数を設定し、2005 年と 2010 年の対策初期と中期において、自動車の走行に伴う排出量や削減量を計算する。さらに、GIS で CO₂ 排出量や削減量を可視化し、CO₂ 排出量や削減量の出力結果からデータ分析ソフトを用いて、各削減対策を評価する。

2.2. 評価対象地域の選定

本研究の評価対象地域は東京 23 区とする。選定理由は、東京 23 区では自動車交通量が多く、自動車交通からの CO₂ 排出量を削減するために、有効性が高い対策を実施することが急務であることである。

3. CO₂ 排出量の削減対策の体系化と効果関数の設定

3.1. CO₂ 排出量の削減対策

環境省、国土交通省の資料等に列挙された地球温暖化対策を調査し、実施または実施が検討されている自動車交通からの CO₂ 排出量の削減対策のみを抽出した結果、9 つの対策が該当した。これらの対策は、以下のように、対象ごとに、「A. 自動車単体対策」「B. 交通円滑化対策」「C. 道路設備」という 3 つのグループに分類することができる。

A 「自動車単体対策」

No.1 低燃費車への更新

No.2 エコドライブの推進

B 「交通円滑化対策」

No.3 自動車交通量の削減

No.4 公共交通機関の利用促進

No.5 通勤交通マネジメント

C 「道路設備」

No.6 高度道路交通システムの推進

No.7 自動車交通需要の調整（自転車の利用環境の整備の推進）

No.8 路上工事の縮減

No.9 設備改修等を通じた低 CO₂ 技術の積極的な導入（LED 照明への交換）

3.2. CO₂ 排出量の計算式

本研究は、CO₂ 排出量と削減量を算出するために、CO₂ 排出量と削減量の計算式を利用した。東京都環境政策局地球温暖化対策室の温室効果ガス削減量算定ガイドラインは、東京都の事業の実施に係る温室効果ガス削減量の算定について基本的な考え方を定めているため、本研究はこれに従う。

温室効果ガス排出量は以下のように算定されることから、上記温室効果ガス削減量の定義に従って、削減量は以下のいずれかの式により各項の差分、または各項の量を算出するための量の差分をもとに算出する。

（実測した温室効果ガス排出量）

=（燃料消費量）×（排出係数）

=（活動量）×（単位活動量当たり燃料消費量）

×（排出係数）

3.3. 効果変数の概要

自動車交通からの CO₂ 排出量の削減対策の効果については、道路交通状況を考慮して解析できるように効果関数を設定し、道路交通状況データと関数の係数は行政資料等のデータ、実験結果や推定値などを利用する。「初期関数」「効果関数」「道路状況データ」「排出係数」の 4 種類の効果

変数である。

4. 利用データの収集と加工

本研究では、まず、国土交通省国土地理院の数値地図 2500（空間データ基盤）を基図として、42,461 本のラインから構成されるデジタル地図形式の道路データを作成する。次に、国土交通省の道路交通センサスで収録されている箇所別基本表のデータを利用した。利用したデータの内容には、交通量・旅行速度などの実測を行う「一般交通量調査」、地域間の自動車の動きを把握する「自動車起終点調査」も含まれている。さらに、自動車交通からの CO₂ 排出量の削減対策実施前後の CO₂ 排出量をそれぞれ算出し、GIS により道路交通状況データベースに統合化する。

5. GIS による CO₂ 排出量削減の可視化

初期関数を用いた 2005 年及び効果関数を用いた 2016 年において、各対策の車種別、道路観測点別の CO₂ 排出量の削減量を可視化した。GIS 用いて結果を可視化するにあたっては、デジタル地図での表示の煩雑さを避けるため、全ての削減対策に共通して対象となる道路の高速道路のみ可視化した。例として、削減対策の No.1「低燃費車両への更新」のうち、小型車の CO₂ 排出量の削減量の高速道路の状況を図 1 に示す。

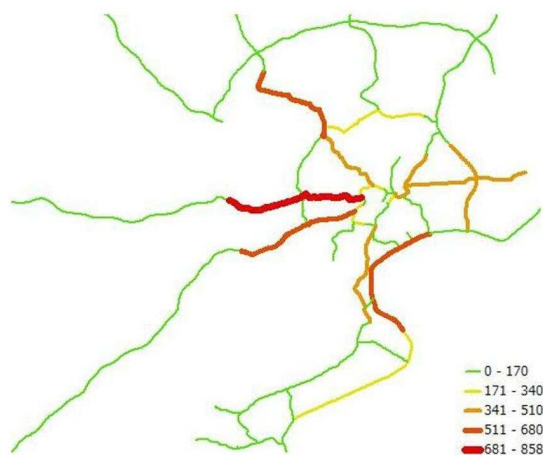


図 1 削減対策 No.1 低燃費車両への更新

(小型車の CO₂ 排出量の削減量の状況、年間・観測点別)

6. CO₂ 排出量の削減対策の評価

研究対象とする CO₂ 排出量の削減対策の評価を行うために、CO₂ 排出量削減の実施初期と中期の CO₂ 排出量の削減量の比較を行うことにより、CO₂ 排出量の削減対策の実施効果を把握する。そのために、CO₂ 排出量の削減対策の No.1~9 の効果関数による CO₂ 排出量の削減量と、CO₂ 排出量の削減対策実施初期の初期関数による CO₂ 排出量の削減量との比較を行う。

本研究の評価目的は、9 つの CO₂ 排出量の削減対策の実施初期と中期の初期関数と効果関数を用いて、さらに、温室効果ガス削減量算定ガイドライン上での道路交通に関する CO₂ 排出量と削減量計算式を利用し、CO₂ 排出量と削減量を算出する。この算出結果に基づいて、研究対象としての CO₂ 排出量の削減対策の実施効果の有効性の有無を把握する。具体的には、本研究では、研究対象としての CO₂ 排出量の削減対策の実施効果の有効性の有無を把握するために、対応のある場合の t 検定を利用した。

上記の評価方法により、東京 23 区の CO₂ 排出量の削減対策の実施初期と中期を比較した結果をもとに、表 1 に CO₂ 排出量の各削減対策の有効性の有無を示す。表 1 に示すように、削減対策の No.2「エコドライブの推進」のうち、小型車を対象にしたもののみ、CO₂ 排出量の削減対策の有効性がないことが明らかになった。この理由としては、以下の 3 点が考えられる。

(1)対策実施初期と実施中期の間に、エコドライブ普及率が大幅に増加しなかった。

実施初期：71.9%、実施中期：79.8%

(2)この対策による削減効果が低下した。

削減効果：13.6%

(3)燃費では、大型車よりも小型車が多かった。

1 台あたりの CO₂ 排出量は、小型車：15km/l、大型車：6km/l であった。

表 1 CO₂ 排出量の各削減対策の有効性の有無

| 削減対策 | 有効性の有無 | p 値 |
|--|--------|--------------------|
| No.1 低燃費車への更新 (小型車) (大型車) | 有 有 | 1.0e-10 2.4e-07 |
| No.2 エコドライブの推進 (小型車) (大型車) | 無 有 | .28 4.3e-05 |
| No.3 自動車交通量の削減 (小型車) (大型車) | 有 有 | 7.1e-07 8.1e-05 |
| No.4 公共交通機関の利用促進 | 有 | 1.2e-11 |
| No.5 通勤交通マネジメント | 有 | 2.2e-16 |
| No.6 高度道路交通システム (ITS) の推進 (ETC) (VICS) | 有 有 | 2.2e-16 2.9e-09 |
| No.7 自動車交通需要の調整 (自転車の利用環境の整備の推進) | 有 | 1.2e-07 |
| No.8 路上工事の縮減 (小型車) (大型車) | 有 有 | 2.0e-02 1.9e-03 |
| No.9 設備改修等を通じた低CO ₂ 技術の積極的な導入 (LED 照明への交換) | 有 | 2.2e-16 |

7. 結論

本研究の結論は、以下の 3 点に要約することができる。

- (1)環境省、国土交通省の資料等に列挙された地球温暖化対策を調査して、CO₂ 排出量の 9 つの削減対策を抽出し、対象ごとに「A. 自動車単体対策」「B. 交通円滑化対策」「C. 道路設備」という 3 つのグループに分類することができた。
- (2)CO₂ 排出量の削減対策実施初期の初期関数、実施中期の効果関数を設定し、GIS と統計的手法

を用いて上記の各削減対策の評価を行う方法を提案した。また、道路をライン形式で表現できるデジタル地図を基図とし、データベースを作成して解析・評価で用いたため、各道路上で観測点間の CO₂ 排出量や削減量を算出し、関連分野の先行研究よりも CO₂ 排出量の算出精度が高くすることができた。

- (3)CO₂ 排出量と削減量の算出結果に基づいて、研究対象としての CO₂ 排出量の削減対策の実施効果の有効性の有無を把握するために、対応のある場合 t 検定を利用した。このことにより、研究対象としての CO₂ 排出量の各削減対策の有効性の有無を把握できた。

文献

- 1) IPCC : 第 5 次評価報告書, 58p, 2013.
- 2) Takuma Ueda, Hiroaki Yamamuro, Mamoru Taniguchi: "Effect on Automobile CO₂ Emissions and Duration Behavior from Emerging Cyberspace -The Case of Shopping Activity-", Journal of the City Planning Institute of Japan, Vol.46, No3, pp.763-768, 2011.
- 3) Hiroshi Hirai, Seiji Hayashi, Shin Kimura, Shuichi Kanri, Mitsuo Yonezawa, Masao Kuwahara: "CO₂ Emission Estimation Model for Regional Scale", Seisan Kenkyu, Vol.64, No2, pp.127-132, 2012.
- 4) Hirokazu Kato: "Examination of Road Traffic Data and Demand Estimation Methods with the View to Estimating the Amount of Environmental Loads", Journal of Japan Society of Civil Engineers, Vol.18, No.2, pp. 231-237, 2001.
- 5) Shinji Koyano, Teruaki Kinoshita, Hisashi Yokota: "A Trail Calculation of Greenhouse Gas from Heavy Duty Vehicles", Annual Report of the Tokyo Metropolitan Research Institute for Environmental Protection, pp.87-89, 2010.
- 6) 経済産業省・国土交通省: ロジスティクス分野における CO₂ 排出量算定方法, II-2, 2007.