

# 交通管制データを活用した交通対策によるCO<sub>2</sub>削減効果の事後評価

## —首都高速王子線整備を対象として—\*

An ex-post evaluation of transport measures for CO<sub>2</sub> reduction using full-time traffic observation data  
:A case study of Metropolitan Expressway Oji line development\*

紀伊雅敦\*\*・伊東大厚\*\*\*・大野栄嗣\*\*\*\*

By Masanobu KII\*\*・Daiko ITO\*\*\*・Eishi OHNO\*\*\*\*

### 1. はじめに

京都議定書目標達成計画<sup>1)</sup>を受け、道路政策会議<sup>2)</sup>では首都圏三環状整備、渋滞箇所対策、高速道路利用促進といった道路整備関連対策により2012年までに550～800万トンの排出削減を目標としている。その効果的な実施には国民の理解促進、モニタリング体制の強化、評価サイクルの確立が重要としている。

運輸部門のCO<sub>2</sub>排出モニタリングとして、従来、環境省が交通統計、エネルギーバランス等に基づき推計、公表しているが<sup>3)</sup>、上記対策毎のCO<sub>2</sub>削減量を評価するためには日時別、区間別の速度、交通量といったより詳細なモニタリング情報が必要である。

このような交通流の調査統計として道路交通センサスが挙げられる。これは全国の主要幹線道路の交通量、平均速度を車種別に与えており、道路交通からのCO<sub>2</sub>排出量を推計する上で不可欠な情報を提供している。

一方、都市部の主要幹線道路および高速自動車道では交通管制を目的として機械計測による交通流の常時観測が行われている。例えば首都高速では、設置地点の交通量と速度を5分間隔で24時間365日計測しており、これらの情報を活用することで交通流対策のCO<sub>2</sub>削減効果をより適確に事後評価できると考えられる。

本研究では、首都高速道路株式会社および警視庁の交通管制データを活用し、2002年12月に開業した首都高速王子線の整備効果の推計を試みる。2章では、首都高速王子線の概要および本研究の推計方法を示し、3章では23区内の2002年、03年の交通量、速度を整理する。4章では3種類のCO<sub>2</sub>排出原単位モデルを用いたCO<sub>2</sub>排出量

の推計を行い、5章では得られたCO<sub>2</sub>排出効果の要因を分析する。これにより交通対策評価における交通管制データ活用の利点を明らかにすることが目的である。

### 2. 王子線の概要とCO<sub>2</sub>排出量推計方法

#### (1) 王子線の概要

首都高速道路中央環状王子線は東京都北部近郊の板橋JCT～江北JCT間を結ぶ7.1kmの路線であり、2002年12月25日に開業した。東京都都市計画局の事前評価では、王子線開通により都心環状線の迂回が可能となる交通が相当存在し、交通分散により渋滞が緩和されること、また一般道路から首都高速への利用転換が生じることから、年間1万トンのCO<sub>2</sub>排出削減を見込んでいる。

また、首都高速道路公団（現 首都高速道路株式会社）がまとめた開通半年後の2003年5月の交通状況調査によると、首都高速東京線の渋滞は終日で10%減少しており、特に箱崎・両国JCTや竹橋JCTといった都心部で渋滞緩和効果があったとされている。加えて、周辺一般道路の交通量の減少、混雑緩和も報告されている。

#### (2) CO<sub>2</sub>排出量推計方法

以上示したように王子線整備の影響は広域に及ぶため、本研究では王子線開通前後の2002年と03年の東京都23区内における首都高速道路全線と一般道主要幹線道を対象にCO<sub>2</sub>排出量の推計を行う。ただし、交通管制データには車種情報が無いため、1999年の道路交通センサスに基づき路線別の車種構成を固定的に与えている。また、交通管制データが得られなかった路線については、データの得られた路線の変化率を拡大して推計する。推計手順は以下の通りである（図-1参照）。

- 1) 区間  $i$ 、年  $y$ 、日  $d$ 、時刻  $t$  の平均速度  $v_{di}^{ky}$  に基づき車種  $k$  のCO<sub>2</sub>排出原単位  $f_{di}^{ky}$  を求める。推計モデルはJARI<sup>4)</sup>、国総研<sup>5)</sup>、東京都<sup>6)</sup>の3種類を用いる。
- 2) 車種別交通量（台キロ） $D_{di}^{ky}$  と排出原単位よりCO<sub>2</sub>排出量  $CO_{2,di}^{ky}$  を求める。

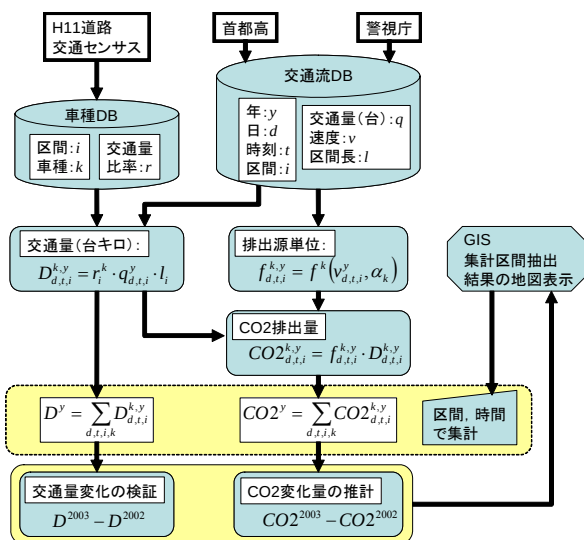
\*キーワード：計画基礎論、地球環境問題、総合交通計画

\*\*正員、工博、財団法人 日本自動車研究所  
（茨城県つくば市荻間2530、

TEL029-856-0767、FAX029-860-2388）

\*\*\*非会員、三井情報開発株式会社 総合研究所

\*\*\*\*非会員、社団法人 日本自動車工業会環境委員会地球環境  
部会交通流・物流対策WG主査



図－1 CO2排出量の推計フロー

- 3) 区間，時間，車種で集計し，CO2排出量の変化を求める。また，交通量を集計し交通需要変化等を検証する。

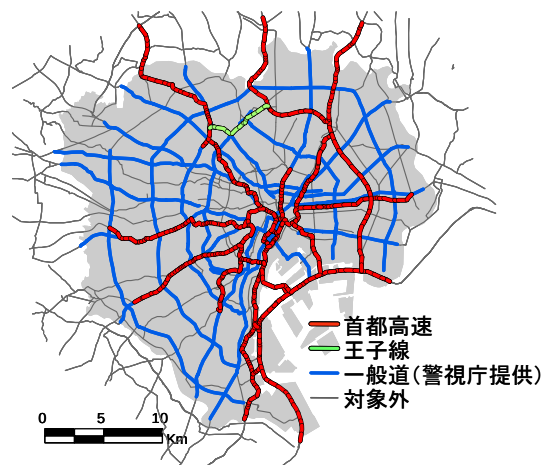
### 3. 開通前後の交通量と速度

本研究で用いた首都高速道路の交通管制データは，東京23区内全線とそれに接続する23区外の路線を一部含む区間（24路線208km＋王子線7km，745区間）である。一般道路は警視庁交通年鑑に示された主要幹線道路のうち23区内の区間（19路線343km，752区間）である。管制データの提供路線を図－2に示す。

提供されたデータの網羅性を確認するため，路線長と交通量について1999年の道路交通センサスの東京都都区間の集計値と比較した（表－1）。ただし，提供されたデータは2002年と03年の10月の1ヶ月間のものであり，交通量は，平日休日別の集計値を年間日数でそれぞれ拡大して求めている。

これより，首都高速の路線長はセンサスの集計区間よりも長く，また交通量もより多くなっていることから，23区の範囲を網羅していると言える。一方，一般道路の管制データの路線長はセンサス対象区間の3割，交通量は半分程度となっており，管制データの提供区間のみを集計する場合，排出量変化を過小推計する可能性がある。そのため，本研究では管制データの提供路線と提供外路線のセンサス交通量の比率を一定とし，管制データの交通量に基づき提供外路線の交通量を設定する。

表－2は2002年と03年の管制データの交通量とそれを拡大したもの，およびそれらの変化量を示している。これより，管制データ提供区間のみを集計すると，交通量は全体で9400万台キロ増加となるが，一般道路の提供



図－2 交通管制データの提供路線

表－1 管制データと道路交通センサスの比較

|      |      | 路線長(km) |      | 交通量(10億台km) |       |
|------|------|---------|------|-------------|-------|
|      |      | 管制      | センサス | 管制          | センサス  |
| 首都高速 | 2002 | 208     | 182  | 6.48        | 5.74  |
|      | 2003 | 215     |      | 6.66        |       |
| 一般道路 | 2002 | 343     | 1110 | 6.10        | 12.04 |
|      | 2003 |         |      | 6.01        |       |

表－2 交通量の推定値

|      |    | 単位：百万台キロ |        |               |
|------|----|----------|--------|---------------|
|      |    | 2002     | 2003   | 変化量(変化率)      |
| 首都高速 |    | 6,476    | 6,657  | 180 (2.79%)   |
| 一般道路 | 管制 | 6,098    | 6,012  | -87 (-1.42%)  |
|      | 拡大 | 11,366   | 11,204 | -162 (-1.42%) |
| 合計   | 管制 | 12,575   | 12,668 | 94 (0.75%)    |
|      | 拡大 | 17,842   | 17,861 | 19 (0.11%)    |

表－3 平均速度の変化

|      |      |      | 単位：km/h |
|------|------|------|---------|
|      | 2002 | 2003 | 速度変化    |
| 首都高速 | 56.0 | 56.2 | 0.2     |
| 一般道路 | 22.5 | 22.8 | 0.3     |

外区間を拡大推計すると，1900万台キロの増加となる。

次に，平均速度の変化を見ると（表－3），首都高速，一般道路共にわずかながら速度が上昇している。特に首都高速では交通量が増加しているにもかかわらず速度が上昇しており，交通分散による交通流改善，混雑緩和が生じていると示唆される。

### 4. CO2排出量の推計

ここでは，交通管制データの日時別，区間別の交通量，平均速度，および道路交通センサスの車種構成より車種別のCO2排出原単位，区間別のCO2排出量を推計する。また，一般道路提供外区間についてはデータ提供区間の平均排出原単位を適用し，これに前章で推計した交通量を乗じてCO2排出量を推計する。

CO<sub>2</sub>排出原単位の推計式として、JARI<sup>4)</sup>、国総研<sup>5)</sup>、東京都<sup>6)</sup>の3種類の推計モデルを適用した。乗用車の平均速度に対する排出原単位を図—3に例示する。これより、乗用車では速度が60～70km/hの時排出原単位が最小となる。表—3と比較すると東京都23区では速度向上がCO<sub>2</sub>排出量の削減をもたらすことがわかる。他の車種についてもCO<sub>2</sub>排出特性は同様の傾向となっている。

モデルより得られる平均排出原単位を表—4に示す。これらは車種別、日時別、区間別の排出量の集計値を走行台キロで除して推計した。首都高速、一般道路ともに排出原単位が低下しているが、これは多くの区間、時間帯での速度改善を反映している。なお、表—3の平均速度をモデルに適用すると、原単位変化量は首都高速で-0.16～-0.29gCO<sub>2</sub>/km、一般道路で-1.8～-2.1gCO<sub>2</sub>/kmであり、首都高速では過小推計、一般道路では過大推計となる可能性がある。排出原単位モデルは速度に対し非線形のため、CO<sub>2</sub>排出量推計において速度の平均化に伴う偏りを回避できることは交通管制データを用いる利点の一つと言えよう。

次に、東京23区の主要幹線道路からのCO<sub>2</sub>排出量を推計する。まず、首都高速および一般道路の管制データ提供区間の日時別区間別排出量を平休日別に集計し1日あたりの排出量を求めた。また、データ未提供区間については、3章で推計した交通量に表—4の平均原単位を乗ずることで推計した。得られた平休日別の1日あたり排出量を年間平休日日数で拡大することで年間排出量を求めている。その結果を表—5に示す。

これより、首都高速では原単位は低下しているが、交通量の増加によりCO<sub>2</sub>排出量は増加している。一方、一般道路では交通量の減少と排出原単位の低下が相まって排出量が減少している。これらを合計すると、主要幹線道路からのCO<sub>2</sub>排出量は2002年から03年の間に2.2～3.1万トン減少したと推計される。

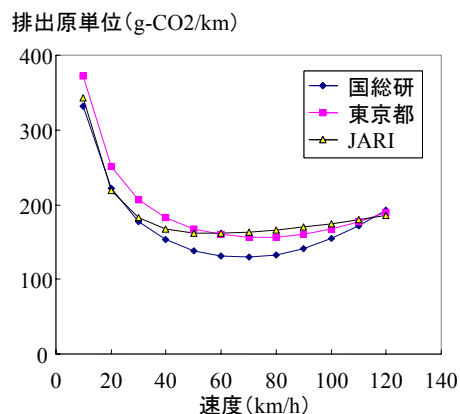
## 5. CO<sub>2</sub>排出削減効果の要因分析

### (1) 排出削減効果の要因分析

このCO<sub>2</sub>削減量が道路整備効果によるものか検討するために、これを変化要因毎に分解することを試みる。CO<sub>2</sub>の削減量(Δ)は排出原単位(δ)と台キロ交通量(Q)を用いて以下のように表される。

$$\Delta = \sum_{i=\{h,g\}} \delta_i^{03} \cdot Q_i^{03} - \sum_{i=\{h,g\}} \delta_i^{02} \cdot Q_i^{02} \quad (1)$$

h, gはそれぞれ高速道路と一般道路を表し、上付の02, 03は年次を表す。ここで、交通流の改善による排出原単位変化をΔδ, 交通需要増加量をΔQI<sup>03</sup>、一般道路から高



図—3 平均速度に対する排出原単位(乗用車)

表—4 排出原単位の変化

|          |      | 単位: gCO <sub>2</sub> /km |     |       |
|----------|------|--------------------------|-----|-------|
| 首都<br>高速 | JARI | 268                      | 267 | -0.77 |
|          | 国総研  | 328                      | 327 | -1.30 |
|          | 東京都  | 250                      | 249 | -0.98 |
| 一般<br>道路 | JARI | 313                      | 312 | -1.59 |
|          | 国総研  | 351                      | 349 | -1.45 |
|          | 東京都  | 298                      | 296 | -1.92 |

表—5 CO<sub>2</sub>排出量の変化

|          |      | 単位: 万トンCO <sub>2</sub> |       |       |
|----------|------|------------------------|-------|-------|
| 首都<br>高速 | JARI | 173                    | 213   | 162   |
|          | 国総研  | 178                    | 218   | 166   |
| 一般<br>道路 | JARI | 356                    | 399   | 338   |
|          | 国総研  | 349                    | 391   | 331   |
| 変化量      |      | -2.53                  | -2.25 | -3.09 |

速道路への転換交通量をΔQ<sub>gh</sub><sup>03</sup>とすると2003年の排出原単位と交通量は2002年のそれらを用いて以下のように表せる。

$$\delta_h^{03} = \delta_h^{02} + \Delta \delta_h^{03} \quad (2)$$

$$\delta_g^{03} = \delta_g^{02} + \Delta \delta_g^{03} \quad (3)$$

$$Q_h^{03} = Q_h^{02} + \Delta QI_h^{03} + \Delta Q_{gh}^{03} \quad (4)$$

$$Q_g^{03} = Q_g^{02} + \Delta QI_g^{03} - \Delta Q_{gh}^{03} \quad (5)$$

この関係を式(1)に代入して整理すると排出削減効果を以下のような要因に分解できる。

$$\begin{aligned} \Delta = & (\delta_h^{02} \cdot \Delta QI_h^{03} + \delta_g^{02} \cdot \Delta QI_g^{03}) + (\delta_h^{02} - \delta_g^{02}) \cdot \Delta Q_{gh}^{03} \\ & + (\Delta \delta_h^{03} \cdot Q_h^{02} + \Delta \delta_g^{03} \cdot Q_g^{02}) \\ & + \Delta \delta_h^{03} (\Delta QI_h^{03} + \Delta Q_{gh}^{03}) + \Delta \delta_g^{03} (\Delta QI_g^{02} - \Delta Q_{gh}^{02}) \quad (6) \end{aligned}$$

ここで、右辺第1項は需要増加の影響、第2項は高速道路への転換効果、第3項は交通流改善効果、第4, 5項は複合効果と定義する。3章で整理した交通量において、

一般道路の減少分は全て首都高速に転換し、転換交通量以外の首都高速の交通量の増分は需要の純増加であると仮定すると、各効果は表—6のように推計される。

これより、交通流の改善効果がCO<sub>2</sub>排出削減に最も寄与しているが、一般道路から首都高速への転換効果も需要増加による排出増加分を相殺する程度の削減効果をもたらすことがわかる。

## (2) 王子線整備効果の抽出

ここまで、2002年から03年の東京都23区の首都高速および主要幹線道路からのCO<sub>2</sub>排出変化量を推計したが、王子線の整備効果を抽出するには他の交通施策や条件による影響を除外することが必要である。

同期間に23区内で新たに開通した主要幹線道路は無いが、交通流に影響を及ぼす主な施策として1)ETCの普及と2)スムーズ東京21があげられる。

首都高速でETCは2002年11月から03年11月にかけて利用率が4.8%から14.5%に大きく増加し<sup>7)</sup>、本線料金所の渋滞損失時間は半減したと報告されている<sup>8)</sup>。区部本線料金所9カ所の手前1km程度の区間の交通流改善はETCの効果と想定し、4章の方法で排出削減量を推計すると、年間150～220トンとなる。

スムーズ東京21は路駐対策等による渋滞緩和策であり、2003年には都道5路線14交差点および国道4路線10交差点で実施されている。ただし、この事業のCO<sub>2</sub>削減効果、渋滞緩和効果は定量化されていない。これを考慮しないことは交通流改善効果の過大推計要因となるが、対策箇所が24カ所のため、その影響は限定的と考えられる。

他の主な影響要因として経済活動量をみると都内総生産は対象期間に82.8兆円から83.6兆円に増加している<sup>9)</sup>。GDPは特に貨物輸送量との相関が高いため、表—6の推計値はGDP成長起因の交通需要増加の影響を含むと考えられる。

また、本研究で細街路は考慮していないが、幹線道路の混雑が緩和する場合、細街路の迂回交通が幹線道路に戻ると考えられる。対象期間の一般幹線道路の速度は向上しており、細街路の交通量が減少している可能性がある。また、調査対象の23区以外での交通量も変化している可能性がある。特に、外環道は交通量の減少が示されている<sup>10)</sup>。このため、細街路、23区外を考慮しない場合CO<sub>2</sub>削減効果を過小推計する可能性がある。

以上のことから、本研究ではいくつかの過小推計要因を除外していないが、王子線の整備以外に確認できた対策効果はわずかであり、少なく見積もったとしても2.2～3.1万トンのCO<sub>2</sub>削減効果があったと推察される。

なお、道路整備による交通流改善効果は局所的には交通量変化による混雑改善といえる。これに対し、Q-V関係が変化している区間は路上工事や信号改良などの道路

表—6 要因別CO<sub>2</sub>排出削減量

単位：トンCO<sub>2</sub>/年

|         | JARI    | 国総研     | 東京都     |
|---------|---------|---------|---------|
| 需要増加影響  | 5,028   | 6,159   | 4,700   |
| 転換効果    | -7,320  | -3,678  | -7,617  |
| 交通流改善効果 | -23,076 | -24,948 | -28,123 |
| 複合効果    | 117     | 1       | 133     |
| 合計      | -25,251 | -22,466 | -30,906 |

条件変化の影響を受けていると考えられ、その影響を除外することも必要である。本研究では扱っていないが、交通管制データでは区間毎のQ-V関係を把握可能であり、様々な交通施策のCO<sub>2</sub>削減効果の事後評価が可能と考えられる。その対応は今後の課題としたい。

## 6. まとめ

本研究では交通管制データを活用し、首都高速王子線を対象に道路整備のCO<sub>2</sub>削減効果の事後評価を試みた。その結果、道路整備以外の施策や交通条件変化の影響を十分検証できていないものの、王子線整備により2.2万トン～3.1万トンのCO<sub>2</sub>削減効果があったと推察された。

また、本研究を通じて、温暖化対策の事後評価での交通管制データの活用により、1)任意期間のデータを取得可能であり対策評価を機動的に実施できる、2)時刻別の交通データが得られるため、CO<sub>2</sub>排出量を精度良く推計できる、3)新たな観測を必要とせず比較的低コストで実施できる、といった利点が確認された。

以上のことから、交通施策の評価・解析体制が早期に整備されることを強く望むものである。

## 謝辞

交通管制データは、首都高速道路については首都高速道路（株）より入手し、主要一般道路については警視庁より提供を受けた。ここに記して謝意を表する。

## 参考文献

- 1) 首相官邸：京都議定書目標達成計画、2005。
- 2) 国土交通省：地球温暖化防止のための道路政策会議報告、2005。
- 3) 環境省：2003年度（平成15年度）の温室効果ガス排出量について、2005。
- 4) 細井賢三、CO<sub>2</sub>排出量の算出に必要な走行モードと排出係数について、自動車研究、Vol.20、No.9、1998。
- 5) 並河良治、高井嘉親、大城温、自動車排出係数の算定根拠、国土技術政策総合研究所資料、No.141、2003。
- 6) 社会システム研究所、東京都内自動車排出ガス量算出及び将来予測調査委託報告書、2000。
- 7) 国土交通省道路局、最近のETCの利用状況について、2004。
- 8) 首都高速道路公団、平成16年度年次計画の概要、2004。
- 9) 東京都総務局、都民経済計算、2006。
- 10) 首都高速道路公団、中央環状線（板橋～江北）開通半年後の交通状況について、2003。