

都市交通における大気汚染と環境負荷の削減

青柳 舞¹・北村 眞一²・片谷 教孝³

¹ 非会員 山梨大学大学院 医学工学総合教育部 持続社会形成専攻
(〒400-8511 山梨県甲府市武田 4 丁目 4-3-11)

E-mail: g07mf001@yamanashi.ac.jp

² 正会員 山梨大学大学院教授 医学工学総合教育部 持続社会形成専攻
(〒400-8511 山梨県甲府市武田 4 丁目 4-3-11)

E-mail: skita@yamanashi.ac.jp

³ 正会員 桜美林大学教授 リベラルアーツ学群 基礎数理専攻
(〒194-0294 東京都町田市常盤町 3758)

E-mail: katatani@obirin.ac.jp

本研究では、NO₂ と CO₂ に着目し、甲府都市圏を事例として、公共交通機関の導入が環境負荷の削減に繋がることを数値的に評価することを目的とした。NO₂ 濃度では 1) 中心市街地活性化と 2) 交通量抑制の 2 つのシナリオの推計を行った。その結果、1) では自動車台数が増加して、濃度が上昇し、2) では自動車台数は減少して、濃度は減少した。CO₂ 濃度では、1) 低燃費自動車化、2) 新規路面電車の導入、3) CNG バス化、4) CNG バス化+バス利用者の増加の 4 シナリオの推計を行った。その結果、1) が最も低く、2) は建設時の CO₂ 排出量を除くと最も低い値になった。しかし、実現性では 3)、4) が妥当だといえる。以上より、大気環境保全と地球環境保全の両観点から、甲府市への公共交通機関の導入は有効と判断できる。

Key Words : public transportation, air pollution, CO₂, environmental impact

1. はじめに

現在、日本では、大気汚染防止法に基づき、固定発生源対策や移動発生源対策など大気汚染物質に関する厳しい規制が行われている。その結果、既に大幅に減少した硫黄酸化物濃度に続き、窒素酸化物などの大気汚染物質濃度も、近年、緩やかな減少傾向にある。また、自動車交通量が多く、交通渋滞が激しい大都市地域における自動車由来の大気汚染は、自動車 NO_x・PM 法などの自動車排出ガス対策により、減少傾向に転じてきた¹⁾。しかし、一部の地方都市では、公共交通機関は衰退しつつある中で車社会から脱することができず、未だに交通渋滞や大気環境などの問題が改善されない状況が続いている。

また、近年では、地球温暖化問題が重要視されるようになり、1997 年に採択された京都議定書にて、CO₂ などの温室効果ガスの削減が定められたことから、NO₂ などの地域レベルの大気汚染問題だけでなく、地球規模の環境負荷も重要視されている。環境省²⁾によると、日本全体の CO₂ 排出量の約 2 割を占める運輸部門の中で、自動車に起因するものが排出量の約 9 割を占めている。特に、2005 年の CO₂ 排出量の排出状況を 1995 年と比較すると、自家用乗用車の排出量は、走行距離・車両の増加等により 45%増加している、とある。

CO₂ 排出量の推計は、国単位のような広い範囲で行われている例が多いが、地域単位でも、推計がいくつか行われている。例えば、高橋(2005)³⁾らは福岡市という市単位で CO₂ 排出量を推計している。また、李(2001)⁴⁾らは、大阪府という都道府県単位で、地方都市でも問題となっている通勤ラッシュ時の交通渋滞による CO₂ 排出量を算出するという独特なテーマを取り扱っている。

そこで、本研究では、大気環境と地球環境の両問題に対して、公共交通機関の導入を想定し、これが環境負荷の削減に繋がることを数値的に評価することを目的とした。方法としては、車社会化が進んだ典型的な都市として、山梨県甲府市を取り上げ、代表的な大気汚染物質である NO₂ と、近年、温室効果ガスとして注目されている CO₂ の推計を行った。この推計を通じて、山梨県甲府市に適した環境負荷の少ない移動手段を検討した。

2. 研究方法

(1) 原(2005)⁵⁾による大気汚染濃度予測式を利用した NO₂ 濃度推計

この方法は、著者らの前報⁶⁾で報告済みであるため、ここでは概要のみを示す。

山梨県甲府市を対象に、1)中心市街地活性化シナリオと2)交通量抑制シナリオの2通りの交通量の変化を推計した。1)は、甲府市の中心市街地に、無料駐車場を付随した大規模集客施設を導入することにより、中心市街地に自家用車を利用して訪れる客が増加する場合、2)は甲府市の中心市街地に路面電車等の地域密着型の公共交通機関を導入することにより、自動車交通からのシフトを図った場合とした。

これら2つのシナリオは、原(2005)⁹⁾の大気汚染物質濃度予測式を用いて推定した。原(2005)⁹⁾の予測式は、全て、何らかの交通量と混雑度、または旅行速度という構成要素により成り立っている。今回は、以下に示した原(2005)⁹⁾の予測式にシナリオ別の交通量の変化を代入することで、各シナリオのNO₂濃度を推計した。ただし、評価点は山梨県衛生公害研究所とし、対象範囲は評価点から半径4kmとした。なお、本報では前方の結果に対して、2)交通量抑制シナリオにおいて、トリップ数に拡大係数を用いること、起終点による条件別に推定を行うという2つの修正を加え、再計算を行った。

$$Y = 3.98 \times 10^{-9} \times X_1 + 3.981 \times 10^{-2} \times X_2 + 1.618 \times 10^{-2} \times X_3 - 7.703 \times 10^{-3} \quad (1)$$

Y: NO₂(ppm)

X₁: 24時間交通量(台×km) = 総車両数(台) × 区間延長(km)

X₂: 大型車混入率(100分率) = 大型車数(台) ÷ 総車両数(台)

X₃: 混雑度(100分率)

(2) CO₂排出量の推計

山梨県甲府市を対象に、1)低燃費自動車化シナリオ、2)路面電車新規導入シナリオ、3)CNGバス化シナリオ、4)CNGバス化+バス利用者増加シナリオの4通りの削減シナリオを推定した。1)は、対象地域内にある自家用車のうち、50%が燃費の良い自動車に買い換えた場合、2)は甲府市中心市街地を通る路面電車を新規建設した場合、3)は、山梨県内を走行する路線バスを全てCNGバスに買い換えた場合、4)は、3)を実行し、更に自家用車のうち10%が路線バスにシフトする場合とした。

今回は、CO₂排出量予測式として、ごく一般的に用いられている(2)・(3)式を用いた。ただし、評価点と対象範囲はNO₂濃度と同様に、衛生公害研究所と評価点から半径4km以内とした。

なお、(2)式の1区間とは、道路交通センサス⁷⁾における当該調査単位区間のことであり、車両台数とは、評価点より半径4km以内にある道路交通センサス⁷⁾の1車種1区間あたりの車両台数である。また、(2)式の燃費では、理想と現実の数値を比較するため、表-1の「燃費」と「実走行燃費」をそれぞれ用いて、2通りの

表-1 排出係数一覧表

	燃料	CO ₂ 排出係数(kg-CO ₂ /l)	燃費(km/l)	実走行燃費(km/L)
乗用車	ガソリン・LPG	2.32	13.2	9.1
普通貨物車	ガソリン			
小型貨物車	ガソリン			
バス	ディーゼル	2.62	10	5.14
CNGバス	CNG	2.08		

環境省⁸⁾と神奈川県 大気環境課⁹⁾より、一部引用

計算を行った。ちなみに、「燃費」は平成11年度の10.15モードの燃費¹⁰⁾であり、「実走行燃費」は平成11年度の走行量を燃料消費量で除したものの¹¹⁾である。

- ・1車種あたりのCO₂排出量(kg-CO₂/年)
= 距離(km/1区間) × 車両台数(台/1区間) × CO₂排出係数(kg-CO₂/l) × 365(日) / 燃費(km/l) (2)
- ・対象範囲のCO₂排出量(t-CO₂/年)
= (乗用車由来のCO₂排出量(kg-CO₂/年) + バス由来のCO₂排出量(kg-CO₂/年) + 普通貨物車由来のCO₂排出量(kg-CO₂/年) + 小型貨物車由来のCO₂排出量(kg-CO₂/年)) / 1000 (3)

ただし、今回、使用した道路交通センサス⁷⁾は、幹線道路交通量のみのデータである。しかし、幹線道路のみの交通量を使用すると、公共交通機関へのシフト効果が過大評価されてしまう恐れがある。なぜなら、一般的に、幹線道路は長距離移動の際に利用される割合が大きいため、自動車から公共交通機関へのシフトがしやすく、逆に、細街路は短距離移動で利用される割合が大きいため、シフトが難しいからである。

そこで、幹線道路交通量以外に、細街路を含む交通量を別途推計して追加する必要がある。方法としては、自動車輸送統計年報(国交省)に細街路交通量を含む車種別走行量データより算出された幹線道路カバー率¹²⁾(表-2)を利用して、(4)式より細街路を含む交通量を求めた。この(4)式で算出した車両台数を(2)式の車両台数に代入すると、細街路を含む交通量におけるCO₂排出量を推定できる。ただし、幹線道路のカバー率は、関東ブロック(茨城、栃木、群馬、埼玉、千葉、東京、神奈川、山梨)の平均値を使用した。また、(4)式の1区間とは、(2)式の1区間の意と同様である。

- ・細街路を含めた車両台数(台/1区間)
= 幹線道路車両台数(台/1区間) × (1/ 幹線道路のカバー率) (4)

以上より求めた細街路を含む交通量と幹線道路のみの交通量をそれぞれ用いて、2通りの計算を行った。

表2 幹線道路カバー率¹²⁾と細街路を含む交通量の割合(百分率)

	乗用車類		貨物車類	
	乗用車	バス	小型貨物車	普通貨物車
幹線道路のカバー率	58.6%	84.8%	76.9%	94.4%
1/幹線道路のカバー率	170.6%	117.9%	130.0%	105.9%

※環境省¹²⁾を一部引用3. 山梨県甲府市を対象とした NO₂ 濃度推計

甲府市中心市街地を対象に、1)中心市街地活性化シナリオと 2)交通量抑制シナリオの 2 通りの推計を行った。以下のシナリオでは、シナリオによって変化する交通量を求め、その値を(1)式の 24 時間交通量に代入し、NO₂ 濃度を求めた。

(1) 中心市街地活性化シナリオ

甲府市中心市街地に無料駐車場を付随する大規模集客施設を新規建設することを仮定した。これより、中心市街地に自家用車で訪れる客が増加し、波及効果で中心市街地及びその周辺の来客数も増加させるシナリオである。

このシナリオの交通量の計算式は、以下ようになる。ただし、1 区間とは、(2)式の 1 区間の意と同様である。また、1 経路とは、中心市街地へ行く際に、運転者が利用すると予想されるいくつかの経路のうちの 1 経路のことであり、数区間が組み合わさっている。

・現況の交通量(台×km/1 経路)

$$= \Sigma \{ \text{距離(km/1 区間)} \times \text{車両台数(台/1 区間)} \} \quad (5)$$

・増加した交通量を求める際に使用する距離(km/1 経路)

$$= \text{距離(km/1 経路)} \times \text{交通量(台×km/1 経路)} \\ / \text{交通量(台×km/1 経路)} \quad (6)$$

・施策により増加した交通量(台×km/全経路)

$$= \text{増加した車両台数(台)} \\ \times \Sigma \text{使用する距離(km/1 経路)} \quad (7)$$

・全体の交通量(台×km)

$$= \Sigma \{ \text{現況の交通量(台×km/全経路)} \\ + \text{増加した交通量(台×km/全経路)} \} \quad (8)$$

その結果、表-3 のより、NO₂ 濃度は平日休日共に上昇することが明らかとなった。これより、自動車交通量を増加させるシナリオは、大気環境を悪化させる危険性があることが示唆された。

表-3 中心市街地活性化シナリオの NO₂ 濃度の計算結果

	駐車場が空の時	駐車場が満車の時	濃度上昇率(%)
平日	2.6×10^{-2}	2.7×10^{-2}	6.3
休日	2.1×10^{-2}	2.2×10^{-2}	7.9

(2) 交通量抑制シナリオ

甲府市中心市街地に、マイカー通勤・通学者の会社・学校と、そこに隣接して駐車場があると仮定した。そして、その近くを通過する路面電車、またはガイドウェイバス(以下 BRT)を導入すると想定した。これにより、通勤・通学時の移動手段を自動車から公共交通機関へシフトさせるシナリオである。

このシナリオの交通量の計算式は、以下ようになる。ただし、施策導入後、自動車から路面電車にシフトする乗用車台数は、甲府都市圏交通実態調査¹³⁾の代表交通手段が自動車であるトリップ数とした。また、BRT の場合には、BRT を大型車とみなし、乗用車のシフト台数に応じて大型車数を増加し、推計を行った。

・路面電車導入後の交通量(台)

$$= \Sigma \{ \text{車両台数(台/1 区間)} - \text{シフトする乗用車台数(台)} \\ \times \text{拡大係数の単純平均} \} \times \text{距離(km/1 区間)} \quad (9)$$

・BRT 導入後の交通量(台)

$$= \Sigma \{ \text{車両台数(台/1 区間)} - \text{シフトする乗用車台数(台)} \\ \times \text{拡大係数の単純平均} + \text{BRT の導入台数(台)} \} \\ \times \text{距離(km/1 区間)} \quad (10)$$

なお、計算結果は条件別に算出した。条件 1 は、起終点のいずれかが甲府都市圏内であるトリップ、条件 2 は起点が甲府市内であるトリップ、条件 3 は起点が甲府市内で、かつ終点が甲府市外の自宅であるトリップを抜いたものである。また、シフトする乗用車台数が 0 台である場合は、シフト率 0%(通常)、全ての乗用車が公共交通機関にシフトする場合をシフト率 100%とした。

表-4 交通量抑制シナリオの NO₂ 濃度の計算結果

	路面電車						ガイドウェイバス					
	条件1		条件2		条件3		条件1		条件2		条件3	
	濃度(ppm)	改善効果(%)	濃度(ppm)	改善効果(%)	濃度(ppm)	改善効果(%)	濃度(ppm)	改善効果(%)	濃度(ppm)	改善効果(%)	濃度(ppm)	改善効果(%)
通常	2.6×10^{-2}		2.6×10^{-2}		2.6×10^{-2}		2.6×10^{-2}		2.6×10^{-2}		2.6×10^{-2}	
シフト率4.8%	2.6×10^{-2}	1.4	2.6×10^{-2}	1.4	2.6×10^{-2}	1.6	2.6×10^{-2}	1.4	2.6×10^{-2}	1.4	2.6×10^{-2}	1.6
シフト率12.7%	2.5×10^{-2}	3.6	2.5×10^{-2}	3.7	2.5×10^{-2}	4.2	2.5×10^{-2}	3.6	2.5×10^{-2}	3.7	2.5×10^{-2}	4.1
シフト率50%	2.2×10^{-2}	13.7	2.2×10^{-2}	14.1	2.2×10^{-2}	15.7	2.3×10^{-2}	13.6	2.3×10^{-2}	14.0	2.2×10^{-2}	15.6
シフト率100%	2.0×10^{-2}	22.7	2.0×10^{-2}	24.5	2.0×10^{-2}	25.8	2.1×10^{-2}	21.2	2.0×10^{-2}	23.0	2.0×10^{-2}	24.2

その結果、表-4 より、いずれの公共交通機関においても改善効果が大きかった。これより、自動車から公共交通機関への転換は、一部の市民を対象とした場合でも、中心市街地への自動車の流入が減少し、大気環境の改善効果があるという結果が得られた。これより、甲府市に、公共交通機関を導入することは、有効な大気環境の改善効果が期待できるといえる。

4. 山梨県甲府市におけるCO2濃度の推計

対象地域を NO2 濃度推計と同様に、甲府市中心市街地とし、CO2 排出量削減のためのシナリオとして、低燃費自動車化シナリオ(以下シナリオ 1)、新規路面電車の導入シナリオ(以下シナリオ 2)、CNG バス化シナリオ(以下シナリオ 3)、CNG バス化+バス利用者増加シナリオ(以下シナリオ 4)という 4通りの推計を行った。

これらのシナリオでは、シナリオごとに変化する乗用車またはバス由来の CO2 排出量を求め、その値を(3)式の該当箇所に代入し、他の項目は通常と同じ値で計算することで、シナリオ全体の CO2 排出量を求めた。

(1) 低燃費自動車化シナリオ(シナリオ 1)

これは、約5年～10年後くらいになると、自動車の所有者が「そろそろ買い替えよう」と自発的に考えることを想定し、甲府市内の自動車の50%が低燃費自動車に買い替えられると仮定した。ただし今回は、使用壽命に達しない自動車を無理に買い替えるのではなく、使用壽命である自動車を対象としたため、自動車の廃車による環境負荷の影響は、現状と変化しないものとみなした。

なお、新しい車は、平成18年度における燃費の良いガソリン乗用車ベスト10¹⁴⁾より普通・小型自動車のトップ3と軽自動車のトップ3の平均燃費が、10.15モードで27.83(km/l)であることから、燃費が27.83(km/l)の新車に買い換えると仮定した。

以上より、シナリオ1の乗用車由来のCO2排出量の計算式は、以下ようになる。

$$\begin{aligned} & \bullet \text{乗用車由来の CO2 排出量(CO2-4年)} \\ & = \Sigma \{ \text{交通量(台} \times \text{km/1 区間)} \times \text{CO2 排出係数(kg-CO2/l)} \\ & \quad \times 0.5 \times 365(\text{日}) / \text{燃費(km/l)} \\ & \quad + \text{交通量(台} \times \text{km/1 区間)} \times \text{CO2 排出係数(kg-CO2/l)} \\ & \quad \times 0.5 \times 365(\text{日}) / \text{低燃費} 27.83(\text{km/l}) \} / 1000 \quad (11) \end{aligned}$$

(2) 新規路面電車の導入シナリオ(シナリオ2)

このシナリオでは、山梨県甲府市の中心市街地を中心として、東西・南北それぞれ各10(km/1 路線)の路面電

車を新規建設し、車利用者の50%が路面電車にシフトすると想定した。なお、路面電車のCO2排出量は0.036(kg-CO2/人 km)¹⁵⁾である。また、乗用車の平均乗車人数は、平日が1.33人で、休日が1.86人¹⁶⁾である。さらに、年間日数は、平日が245日、休日が120日、合計365日とし、平均乗車キロ数は5kmと仮定した。

以上より、シナリオ2の乗用車と路面電車由来のCO2排出量の計算式は、以下ようになる。

$$\begin{aligned} & \bullet \text{乗用車由来の CO2 排出量(CO2-4年)} \\ & = \Sigma \{ \text{交通量(台} \times \text{km/1 区間)} \times \text{CO2 排出係数(kg-CO2/l)} \\ & \quad \times 0.5 \times 365(\text{日}) / \text{燃費(km/l)} \} / 1000 \quad (12) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} & \bullet \text{路面電車(走行時)由来の CO2 排出量(CO2-4年)} \\ & = \{ 1.33 \text{人} \times 245(\text{日}) + 1.86(\text{人}) \times 120(\text{日}) \} \\ & \quad \times 5\text{km} \times 0.036(\text{kg-CO2/人キロ}) \quad (13) \end{aligned}$$

ただし、路面電車を新規建設する際に排出されるCO2は、上記以外に建設時や車両製造時など様々な可能性が考えられる。しかし、全ての可能性を検討することはきわめて困難であるため、今回は、一例として、路面電車建設時のCO2排出量の計算方法を示す。

まず、京都市 LRT 導入検討資料によると、建設コストは30億円/km¹⁷⁾なので、

$$\bullet 30(\text{億円/km}) \times 10(\text{km}) \times 2(\text{路線}) = 600(\text{億円})$$

また、工事種別 CO2 排出量は、鉄道軌道の場合、436.7(t-CO2/億円)¹⁷⁾なので、

$$\bullet 600(\text{億円}) \times 436.7(\text{t-CO2/億円}) = 262020(\text{t-CO2})$$

よって、路面電車の建設費を含むCO2排出量は、(3)式に(12)式の値を代入し、(13)式の値を加えた建設費を除くCO2排出量に、262020(t-CO2)を加えて計算した。

(3) CNGバス化シナリオ(シナリオ3)

このシナリオでは、甲府市内を走っている路線バスを全てCNGバスに置き替えると仮定した。一般的に路線バスでは、ディーゼル車を使用しているものが多い。しかし、ディーゼル車は、窒素酸化物や粒子状物質をガソリン車よりも多く排出するため、大気汚染という観点から好ましくないとされる。また、表-1より、ガソリンバスやディーゼルバスのCO2排出係数と比較してみても、CNGバスは環境負荷が小さいことがわかる。

また、山梨県ではディーゼル車に関する条例規制は行われていないが、甲府市は車社会である上、地形が盆地であるため、大気の循環が悪く、大気汚染物質濃度が高くなりやすい。以上の理由から、このシナリオを立てた。

シナリオ3のバス由来のCO2排出量の計算式は、以下のようになる。

$$\begin{aligned} & \cdot \text{バス由来のCO2排出量(CO2-t/年)} \\ & = \Sigma \{ \text{交通量(台} \times \text{km/1 区間)} \times \text{CO2 排出係数(kg-CO2/l)} \\ & \quad \times 365(\text{日}) / \text{燃費(km/l)} \} \end{aligned} \quad (14)$$

(4) CNGバス化+バス利用者増加シナリオ(シナリオ4)

このシナリオでは、CNGバス化シナリオに、車利用者の10%が路線バスにシフトするという行動を加えることで、CNGバス化シナリオよりも、さらに削減効果を見込むシナリオである。

このシナリオの背景には、ここ数ヶ月の間に、原油高騰によりガソリンが急激に高くなったことがある。それに伴い、自動車の利用を控え、公共交通手段を選択する人が増えてきたことから、通勤・通学者は自動車通勤から公共交通機関のバスに比較的安全にシフトしやすいことを考慮すると、全自家用車利用者の10%が公共交通機関にシフトすることは十分想定できると考えた。

これより、シナリオ4の乗用車由来のCO2排出量の計算式は以下のようになる。また、バス由来のCO2排出量は(14)と同様である。

$$\begin{aligned} & \cdot \text{乗用車由来のCO2排出量(CO2-t/年)} \\ & = \text{交通量(台} \times \text{km/1 区間)} \times \text{CO2 排出係数(kg-CO2/l)} \\ & \quad \times 0.9 \times 365(\text{日}) / \text{燃費(km/l)} \end{aligned} \quad (15)$$

以上の4つのシナリオの推定結果として、幹線道路交通量のみを使用した結果を表-5、細街路を含んだ交通量を使用した結果を表-6に示す。CO2排出量は継続的であるのに対して路面電車建設時の環境負荷は一時的であるため、これらの表では対象期間を1年間と10年間の2通りで示した。なお、シナリオ2のカッコ内の値は、路面電車新設時のCO2排出量を除いた値である。

まず、表-5と表-6を比較すると、明らかに細街路交通量を含む交通量を用いた方が、CO2排出量が多い。これより、幹線道路交通量のみでは、CO2排出量は過小評価になる可能性が高く、推定ではあるが細街路交通量を加えたほうが誤差が少ないということが推測される。

次に、シナリオ別にみると、1年間のCO2排出量はシナリオ1が最も低い値となった。また、シナリオ2は、路面電車建設時のCO2排出量を除くと、全シナリオ中で、最も低い値となった。ただし、建設時の負荷を加えても、10年間のCO2排出量を他のシナリオと比較すると、群を抜いて排出量は低くなっている。このことから、特に路面電車の導入は有効と考えられる。しかし、これら2つのシナリオは実現性は必ずしも高いとは言えない。

表-5 幹線道路交通量のみを使用したCO2排出量試算結果

シナリオ		CO2排出量	1年間 (CO2-t)	10年間 (CO2-t)
通常	10.15モード		8.7*10 ⁴	8.7*10 ⁵
	実走行燃費		1.3*10 ⁵	1.3*10 ⁶
シナリオ1	10.15モード		7.0*10 ⁴	7.0*10 ⁵
	実走行燃費		9.6*10 ⁴	9.6*10 ⁵
シナリオ2	10.15モード		3.2*10 ⁵	5.3*10 ⁵
			(5.5*10 ⁴)	(2.7*10 ⁵)
	実走行燃費		3.4*10 ⁵	6.6*10 ⁵
			(8.1*10 ⁴)	(4.0*10 ⁵)
シナリオ3	10.15モード		8.7*10 ⁴	8.7*10 ⁵
	実走行燃費		1.3*10 ⁵	1.3*10 ⁶
シナリオ4	10.15モード		7.9*10 ⁴	7.9*10 ⁵
	実走行燃費		1.2*10 ⁵	1.2*10 ⁶

表-6 幹線道路交通量と細街路交通量をあわせた交通量を使用したCO2排出量の計算結果

シナリオ		CO2排出量	1年間 (CO2-t)	10年間 (CO2-t)
通常	10.15モード		1.4*10 ⁵	1.4*10 ⁶
	実走行燃費		2.0*10 ⁵	2.0*10 ⁶
シナリオ1	10.15モード		1.1*10 ⁵	1.1*10 ⁶
	実走行燃費		1.5*10 ⁵	1.5*10 ⁶
シナリオ2	10.15モード		3.5*10 ⁵	6.1*10 ⁵
			(8.3*10 ⁴)	(3.4*10 ⁵)
	実走行燃費		3.8*10 ⁵	7.8*10 ⁵
			(1.2*10 ⁵)	(5.1*10 ⁵)
シナリオ3	10.15モード		1.4*10 ⁵	1.4*10 ⁶
	実走行燃費		2.0*10 ⁵	2.0*10 ⁶
シナリオ4	10.15モード		1.2*10 ⁵	1.2*10 ⁶
	実走行燃費		1.8*10 ⁵	1.8*10 ⁶

そこで、シナリオ3は、現在、山梨県内の路線バスの多くがCNGバスを導入していることから、実現可能性が高いシナリオだと考えられる。しかし、通常(何も施策を行っていない状態)と、さほどCO2排出量は変わらなかった。そこで、シナリオ4では、シナリオ3に「マイカー利用者の10%がバスにシフトする」シナリオを加えることで、現実的であり、かつ明らかにCO2排出量が削減し、効果があることが分かった。

5. 結論

今回、前報のNO2を始めとする大気汚染物質の推計結果の修正に加え、新たにCO2に注目して推計結果を行った。これより、路面電車の新設はNO2濃度は明らかに減少し、運行時のCO2排出量も少なかったが、新設時のCO2排出量は非常に大きかった。よって、導入時には、長期運営を見据えた慎重な検討が望まれる。

また、このような県や国レベルで行う施策以外にも、低燃費自動車への買い替えや自家用車からバスへシフト

するなど、個人レベルの行動によって CO2 排出量は大きく変化することが分かった。また、個人の自主性を促すシナリオを2つ組み合わせることで、一つ一つのシナリオの効果はそれほど大きくなくても、全体としては効果的であること、また個人の自主性によることから、実現性が高いということが分かった。

以上より、大気環境保全と地球環境保全という両観点から、山梨県甲府市への公共交通機関の導入は有効と判断でき、さらに市民の自主的な行動が組み合わさることによって、より大きな効果が期待できると言える。

参考文献

- 1) 環境省：平成20年度 環境/循環型社会白書、第2部 第2章 第3節「2 移動発生源対策」、http://www.env.go.jp/policy/hakusyo/h20/html/hj08020203.htm#n2_2_3_2
- 2) 国土交通省：平成19年度 国土交通白書、第2部 第7章 第1節「2 運輸部門における対策」、<http://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/hakusho/h20/index.html>
- 3) 高橋美保子・出口敦・西川英樹：移動アクティビティにより排出されるCO2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、Vol.588, pp.103-109, 2005.
- 4) 李氷・田村坦之：都市通勤・通学交通のモーダルシフト政策によるCO2排出量削減効果の推定、日本ファジィ学会誌、Vol.13, No.6, pp.618-625, 2001.
- 5) 原秀幸：山梨大学大学院工学研究科持続社会形成専攻修士論文、2005.
- 6) 青柳舞・北村眞一・片谷教孝：大気汚染から見た山梨県における交通システムの改善策、土木学会環境システム研究発表会講演集、Vol.35, pp.81-pp.86, 2007.
- 7) 国土交通省道路局：平成 11 年度 道路交通センサス 全国道路

交通情勢調査

- 8) 環境省：地球温暖化対策の推進に関する法律施行令第三条（平成18年3月24日 一部改正）排出係数一覧表、http://www.env.go.jp/earth/yondanka/santei_keisuu/keisuu.pdf
- 9) 神奈川県 大気水質課：「エコドライブ等実施状況調査票」、<http://www.pref.kanagawa.jp/osirase/takisuisu/car/01ecodrive/0111/tyousa/h20tyousa.pdf>
- 10) 社団法人 日本自動車工業会：図12 ガソリン乗用車の平均燃費推移、http://www.jama.or.jp/safe/safe_eco_digest/safe_eco_digest_07.html
- 11) 国土交通省：平成19年度 国土交通白書 第1部2章1節「I 1. 自家乗用車からの二酸化炭素排出削減に向けた課題」、<http://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/hakusho/h20/html/hj1211100.html>
- 12) 環境省：PRTRインフォメーション広場、平成17年度 届出外排出量推計方法の詳細「12 自動車に係る排出量」、http://www.met.go.jp/policy/chemical_management/law/prtr/h14koho/gai/12jdousha.pdf
- 13) 山梨県：平成17年度 甲府都市圏交通実態調査
- 14) 国土交通省：「燃費の良いガソリン乗用車ベスト10」
http://www.mlit.go.jp/kisha/kisha07/09/090329_.html
- 15) 国土交通省：平成14年度国土交通白書、第2部2節3章「貨物・旅客輸送機関の二酸化炭素排出原単位(平成12年度)」、<http://www.mlit.go.jp/hakusyo/mlit/h14/h14/excel/E2070204.xls>
- 16) 国土交通省：平成 11 年度道路交通センサスの概要
<http://www.mlit.go.jp/road/r/r/r-data/20040812.pdf>
- 17) 阿部祐司・浅井睦正・今井寛樹・内田省吾・小美野亮平・川瀬嘉記・小森一輝・中島剛司・深野寿正・圓山洋平・山田昌司：環境視点から見た自動車交通 代替交通機関の選定—仮想都市をケーススタディとして—、ISFJ2006 政策フォーラム発表論文 16th-17th, pp.1-32, 2006.
http://www.isfj.net/ronbun_backup/2006/traffic/toshikeikaku.pdf

ON THE URBAN TRAFFIC SYSTEMS REGARDING THE PROTECTION OF ATMOSPHERIC AND ENVIRONMENTAL IMPACTS

Mai AOYAGI, Shinichi KITAMURA and Noritaka KATATANI

In this study, the effects of the introduction of public transportation were numerically evaluated regarding the reduction of NO2 and CO2 emissions.

Firstly, the reduction of NO2 concentration was evaluated according to following two scenarios; 1) Activation of central city area, 2) Control of traffic density. As a result, in Scenario 1, the traffic volume and NO2 concentration were increased. On the contrary, in Scenario 2, both were decreased. Secondly, CO2 emissions were calculated according to following four scenarios; 1) Replacement by high fuel efficiency vehicles, 2) Introduction of new streetcar system, 3) Replacement by CNG buses, 4) Scenario 3 plus the shift of passengers to buses. Scenario 1 showed lowest CO2 emission, and Scenario 2 showed the lowest when the emission from the construction of streetcar system was neglected. However, Scenario 3 and 4 seemed to be most realistic.

In conclusion, it can be judged that the introduction of public transportation system into Kofu city area is effective for the protection of the atmospheric environment and the global environment.