

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

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 東京都町田市常磐町 3758)

E-mail: katatani@obirin.ac.jp

現在、山梨県では、高度成長期以後の自動車交通量の増加により、交通渋滞や大気環境の未改善、交通弱者の発生、中心市街地衰退などの諸問題が起きている。そこで、本研究では、大気環境改善と中心市街地活性化を目指す方法の一案として、公共交通機関の導入を提案し、その効果を評価することを目的とした。方法としては、まず、新交通システムなどの公共交通機関の導入に関する国内外の事例分析を行った。次に、山梨県甲府市中心市街地を対象に 1) 無料駐車場を付随した大規模集客施設を導入する中心市街地活性化施策と、2) 路面電車等の地域密着型の新しい公共交通機関を導入する交通量抑制策の 2 パターンの大気環境変化を把握した。その結果、甲府市中心市街地では、大気環境対策の改善効果が有効であった。

Key Words : central city area activation, air pollution, public transportation

1. はじめに

現在、日本では、高度成長期後の自動車交通量の大幅な増加により、交通渋滞や大気環境の悪化が進み、これに対して、さまざまな政策がとられているものの、十分には改善されていない状況が続いている。加えて、自家用車の普及に伴い、公共交通機関の利用者が減少したことにより、交通事業者が採算性の面から路線の廃止や減便による対策を行った結果、交通弱者の発生や中心市街地衰退の進行など、自動車交通に起因する諸問題を引き起こした。このような問題は、地域構造の問題、すなわち土地利用と交通システムの問題であり、山梨県においてもこれは大きな問題であり、効果的な対策が求められている。しかし、公共交通機関の衰退対策や中心市街地活性化に着目した研究報告は数多くあるが、大気環境改善の視点を加えた研究がなされている例は数少ない。

そこで、本研究では、地方都市の中でも、典型的な車社会となっている都市の一つである山梨県甲府市において、中心市街地活性化を図る際、大気環境を考慮する必要性を検証する。そして、甲府市において、大気環境の改善と中心市街地活性化の両方の達成を目指す方法の一案として、公共交通機関の導入を提案し、その効果を評

価することを目的としている。今回は、その達成方法を模索する第一段階として、国内外の交通システム改善事例を収集して評価を行うとともに、中心市街地活性化策や交通量抑制策による大気環境影響の予測を行い、今後の交通システム改善策を提案するための予備的な検討を行った。ただし、通常、中心市街地活性化を目的とする場合には、公共交通機関の導入や路線の活性化による波及効果だけでは期待が薄いため、大規模集客施設の郊外立地規制などの他施策と同時にを行う必要がある。

2. 研究方法

(1) 交通システムにおける国内外の事例収集

山梨県甲府市へ新しく公共交通機関を導入する可能性を検討する際の参考資料として、新交通システムをはじめとする地域密着型の公共交通機関の活用已成功している都市の事例を取り上げ、その特徴や成功要因の分析・評価を試みた。また、市川(2006)¹⁾によるトランジットモール社会実験実施地における検証を参考に、大気環境に関する事例分析を行った。

(2) 統計モデルを利用したシミュレーション

山梨県甲府市を対象に、1) 中心市街地活性化策と 2) 交通量抑制策の 2 パターンの交通量の変化を推計した。1) では、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を想定した。また、2) では、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を想定した。

次に、その交通量の変化から、原(2005)²⁾の統計的な濃度予測式を利用して大気環境の変化を推定した。対象物質は NO、NO₂、SPM、CO とし、対象範囲は NO と NO₂ が評価点から半径 4km 以内、SPM と CO が評価点から半径 3km 以内とした。

3. 公共交通機関活用成功事例

近年、国内外で、新交通システムのような公共交通機関の導入や、既存の公共交通機関の利用促進策が検討されている。しかし、山梨県では、公共交通機関の交通分担率が極めて低く、ほとんどをマイカーに依存しているというのが現状である。そこで、山梨県における公共交通機関の導入可能性を検討するために、すでに新交通システムの導入や既存の路面電車の活用已成功している人口 100 万人以下の都市を取り上げた。なお、今回、新交通システムと路面電車に注目したのは、公共交通機関の距離が鉄道よりも近いこと、身近で気軽に利用できる印象を与えることができるということが、公共交通機関の利用を促すと判断したからである。

まず、ストラスブール(フランス)では、路面電車の導入、トランジットモール、パーク&ライドの 3 つの施策を併せることにより、交通渋滞の緩和や大気環境改善対策に効果的であること、また、トランジットモール化された地域に魅力が生まれ、集客性の向上や経済活性化などの波及効果が期待できる³⁾ことがわかった。他にも、フライブルク(ドイツ)では、活発な中心市街地を取り戻すため、トランジットモールに加えて、郊外型の大規模ショッピングセンターの立地制限を厳しくしており、商業施設は面積だけでなく、商品の種類などに至るまで市の許可が必要である⁴⁾ことがわかった。これより、中心市街地活性化の際には、公共交通機関の導入などの大気環境改善面からの施策と同時に、大規模集客施設の郊外立地規制など、中心市街地の集客増加に直接つなげる施策を行う必要がある。さらに、ヨーロッパでは、日本とは異なり、公共交通機関の経営採算性を重視しておらず、多くの輸送機関が税金により経営を成り立たせている⁵⁾

ということも大きな特徴である。さらに、マイカー交通が依然として地域全体の交通分担率の多くを占めている場合が多いことから、これらの公共交通機関が必ずしもメインの交通機関となる必要はなく、都市空間に導入することを検討する場合には、他の交通機関と効率的に連携、補完するような施策を行うなどの柔軟な対応が求められると考えられる。

一方、日本では、公共交通機関が活性化している長崎や熊本では、昔ながらの路面電車に加え、バリアフリーや低振動・低騒音⁶⁾など、中心市街地内の通行を意識している。また、低い運賃が好評である⁷⁾ことが、中心市街地に集客効果を生み出していることや、中心市街地自体が作りだした魅力による波及効果により、公共交通機関が活性化していると考えられる。また、路面電車以外では、名古屋市のガイドウェイバスや基幹バス、那覇市のモノレールがあるが、導入されているのは路面電車が多いため、路面電車の利点ばかりが目立つ。しかし、人々が気軽に利用できるような公共交通機関を導入する際には、各都市の人口や面積に加え、地形、気候、人々の意向など加味する条件が数多くあり、全ての都市において路面電車が適切な選択であるとは限らない。よって、どの公共交通機関も利点と欠点を持ち合わせているということを認識した上で、各都市に導入する際に最も有効な施策の導入を検討していく必要がある。なお、これらの事例が山梨県において定量的根拠となるとはいえないが、私案を立てる予備段階としては有効であると判断した。

4. トランジットモール社会実験実施地における検証

市川(2006)¹⁾は、国内各地で過去に行われたトランジットモール社会実験を対象に、当日の大気汚染物質濃度データと気象データを用いて、大気環境への影響の程度を調べた。ここでは、まずその結果の概要を示し、さらに本研究の目的に沿って考察を加える。

(1) 沖縄県那覇市「国際通り商店街 約 1.6km」

沖縄県那覇市では、那覇国際通りにおいて、現在までに 5 回の社会実験が行われている。測定局は、実施地から約 1km 地点にある那覇(一般局)と、実施地から約 0.01km 地点にある松尾(自排局)を使用した¹⁾。

その結果、国際通りでは、図-1 より、日によっては NO₂ 濃度が環境基準ぎりぎりの日もあるといった状態であった。しかし、実施時の松尾(自排局)では、3 分の 1 以下にまで改善されていることが確認できた。那覇(一般

局)においても、大幅な改善は見られなかったものの、実施時でも平常時と殆ど変わらないという結果が得られた。また、有意検定でも殆どで有意な差がみられた。

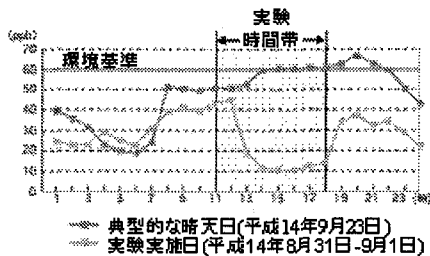


図-1 車の排ガスによる二酸化窒素(NO_2)測定結果
(実験日と通常日の比較)⁹⁾

(2) 福井県福井市[JR 福井駅前 約 0.4km]

福井市では、トランジットモールが 2001 年 10 月 12 ~28 日、セミモールが 10 月 29 日から 11 月 4 日に実施された。測定局は、実施地から約 0.4km 地点にある順化(一般局)と実施地から約 0.6km 地点にある福井(一般局)を使用した¹⁾。

その結果、福井市では、図-2、図-3 より、顕著な効果は見られず、逆に平常時よりも高い値を示した日が見られた。これは、実験距離が短かったことと、実施場所を避けた車の流入の影響を受けたことが考えられる。また、トランジットモールとセミモールの効果を比較すると、やはり大気環境という面ではトランジットモールの方が有効である傾向が見られたが、有意検定では殆ど有意な差は見られなかった。

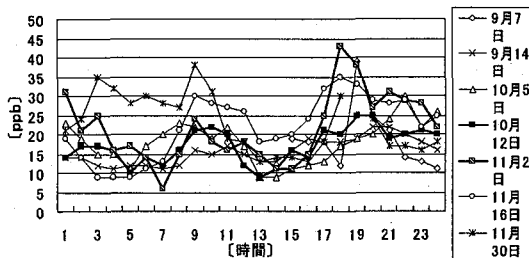


図-2 NO_2 濃度1時間値推移[金曜日・順化測定局]¹⁾

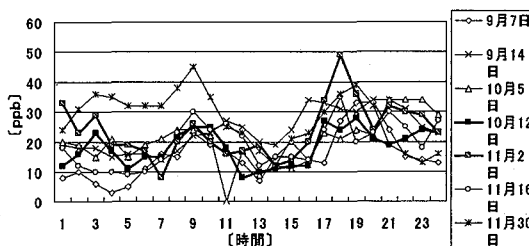


図-3 NO_2 濃度1時間値推移[金曜日・福井測定局]¹⁾

5. 原(2005)²⁾による大気汚染物質の濃度予測式

原(2005)²⁾の研究では、大気汚染物質の中でも、特に一酸化窒素、二酸化窒素、浮遊粒子状物質(SPM)、ベンゼン、非メタン炭化水素(HC)、一酸化炭素に注目して、各幹線道路などの自動車交通量と大気汚染レベルの関係を、統計的手法によって分析し、自動車交通が大気汚染にどの程度寄与しているかを推定した。さらに、その関係式を既存のアセスメント事例に当てはめ、簡便な予測式としての有効性を確認した。このモデルを実際のアセスメント事例に適用した結果は、片谷・原(2005)⁹⁾によって報告されている。

原(2005)²⁾の研究方法としては、まず、交通量データと、各地点で測られた大気汚染観測データとの関連を調査した。観測データは、年平均を使用した。また、交通量データは、大気汚染濃度測定データと同年に測られた平日データを使用し、大気汚染濃度測定局から半径 2 キロ、3 キロ、4 キロ以内の自動車交通量調査点を地図上から検索し、自動車類 24 時間交通量、乗用車交通量、大型車交通量、貨物車台数、大型車混入率、旅行速度、混雑度の 7 項目について各測定局毎にまとめた。

これら交通量観測地点で得られた交通量が、その地点を含む道路のうち、大気汚染物質測定局から半径 2 キロ、3 キロ、4 キロ内の道路の区間距離の全てを走行したと仮定し、以下の式により台キロ交通量が算出された。

$$\text{交通量} \times \text{区間距離}(\%) = \text{台キロ交通量} \quad (1)$$

$$(\%) \text{区間距離} \cdot \text{地図上から実際の道路距離を測りとした}$$

各測定局から得られた各大気汚染物質の濃度と台キロ交通量データをあわせ、回帰分析、重回帰分析を行った。また、過去のモデルと照らし合わせて、検証を行い統計モデルとして確立した。ここで一例として、原(2005)²⁾の NO_2 濃度予測式を以下に示す。

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

Y: NO_2 (ppm)

X_1 : 24 時間交通量(台×km) = 総車両数(台) × 区間延長(km)

X_2 : 大型車混入率(100 分率) = 大型車数(台) ÷ 総車両数(台)

X_3 : 混雑度(100 分率)

この NO_2 のほか、本研究で濃度予測した NO 、 CO 、SPM の大気汚染物質は全て、原(2005)²⁾の濃度予測式の構成要素が、何らかの交通量と混雑度、または旅行速度で表すことができることが示されている。

6. 山梨県甲府市中心市街地のシミュレーション

今回、甲府市の中心市街地を商業の中心と考え、甲府駅より約 0.8km 南に位置しているかすがも～商店街が適当であると判断した。そこで、この商店街を目的地として、(1)中心市街地活性化策と(2)交通量抑制策の 2 つのシミュレーションを行った。また、評価点は山梨県衛生公害研究所と甲府市役所の 2 地点とした。

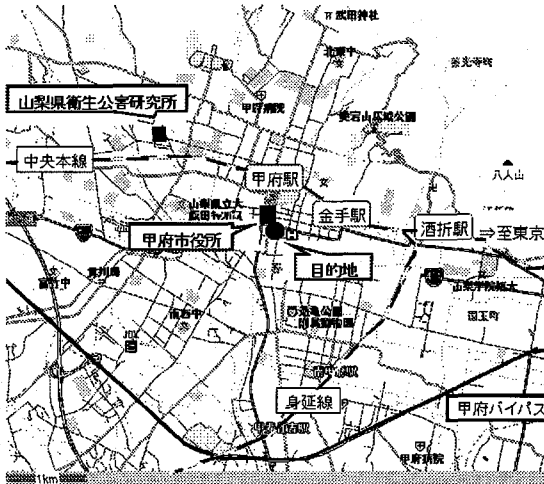


図-4 山梨県甲府市中心市街地を対象としたシミュレーションの目的地、評価点、及びその周辺[goo 地図を編集]

(1) 中心市街地活性化策

かすがも～商店街のほぼ中心(図-4 の目的地)に、無料駐車場を付随する大規模集客施設を新たに建設すると仮定した。これにより、ここを自家用車で訪れる客が増加し、その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という施策である。

前提条件として、まず、無料駐車場の最大収容台数(駐車場占有率 100%)は、現在、かすがも～商店街周辺に存在する駐車場の合計収容台数とした。次に、かすがも～商店街全体の営業時間が 10 時から 21 時までの 11 時間であることから、中心市街地に自動車が入り込める時間帯もこの 11 時間であるとし、その駐車時間は全車両が 1 時間とした。さらに、人々が運転する際に走行する可能性が高い経路として、各評価点から半径 4km または半径 3km の地点から目的地までの最短経路及び幹線道路を使用している経路を選定した。この経路の交通量は、経路内にある道路交通センサス¹⁰⁾の 1 区間あたりの距離と車両台数を全て掛けたものの総和である(式(3))。次に、使用する距離は、交通量の多い区間がより反映されるように、1 経路あたりの距離に重み付けを行った(式(4))。さらに、新規に来客した交通量は、駐

車場占有率 0%(現況)から 100%まで 10%刻みで場合分けをして算出した新規の車両台数に、使用する距離の各経路の合計を掛けた(式(5))。式(5)で求めた交通量と現状の交通量の合計を自動車による来客数が増加した場合の全体の交通量として算出し(式(6))、濃度変化を推計した。ただし、今回は、集客施設への来客が増加することを想定したため、普通乗用車以外の車両は増加していないとした。以上の計算過程を以下に示す。

$$\begin{aligned} & \cdot 1 \text{ 経路あたりの交通量(台} \times \text{km)} \\ & = \Sigma(1 \text{ 区間あたりの距離(km)} \\ & \quad \times 1 \text{ 区間あたりの車両台数(台)} \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} & \cdot \text{使用する距離(km)} \\ & = 1 \text{ 経路あたりの距離(km)} \\ & \quad \times 1 \text{ 経路あたりの交通量(台} \times \text{km)} \\ & \quad \div \text{全経路の交通量の合計(台} \times \text{km)} \end{aligned} \quad (4)$$

$$\begin{aligned} & \cdot \text{新規に来客した交通量(台} \times \text{km)} \\ & = \text{一日に来客した車両台数(台)} \\ & \quad \times \text{使用する距離の各経路の合計(km)} \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} & \cdot \text{全体の交通量(台} \times \text{km)} \\ & = \text{現況の交通量(台} \times \text{km)} \\ & \quad + \text{新規に来客した交通量(台} \times \text{km)} \end{aligned} \quad (6)$$

その結果、各評価点とも、NO₂ では変化がなかったが、NO₂、CO、SPM においては濃度の上昇がみられた。特に、NO₂ 濃度は表-1 からわかるように、かすがも～商店街に近い評価点である甲府市役所において、平日で最大 5.5%、休日では最大 6.8% 上昇し、衛生公害研究所では平日で最大 6.3%、休日では最大 7.9% 上昇することが明らかとなった。これより、交通手段を自家用車に頼った中心市街地活性化策を行うと、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-1: NO₂ 濃度の計算結果

		NO ₂ 濃度(ppm)		濃度 上昇率 (%)
		駐車場占有率 0%	駐車場占有率 100%	
甲府市役所	平日	0.0257	0.0271	5.5
	休日	0.0207	0.0221	6.8
衛生公害研究所	平日	0.0257	0.0273	6.3
	休日	0.0206	0.0222	7.9

(2) 交通量抑制策

かすがも～商店街のほぼ中心に、自家用車を利用している通勤・通学者の会社・学校、及び通勤・通学者がそれぞれ借りている駐車場を集積すると仮定した。そして、その近くを通るような公共交通機関を導入すると仮定した。導入する公共交通機関は、成功事例より、路面電車とガイドウェイバスを選定した。これにより、通

勤・通学時の中心地までの移動手段を自家用車から公共交通機関へシフトさせるという施策である。

なお、シフトする自動車台数は、甲府都市圏交通実態調査¹⁰⁾より、甲府市中心市街地への通勤・通学者が居住していると予想される地域(図-5の斜線部分)を選定した。そして、その地域内の代表交通手段が自動車であるトリップ数を通勤・通学者の自動車台数とみなし、これが最も多くシフトする乗用車台数(シフト率 100%)に等しいと仮定した。また、路面電車の場合には、各道路の単位区間の乗用車台数(道路交通センサス¹⁰⁾の普通乗用車台数を使用した)から、シフトする乗用車台数を引いたものを施策導入後の車両台数と仮定した。一方、ガイドウェイバスの場合には、導入するガイドウェイバスを大型車とみなして、通勤・通学する自動車が 2510 台シフトする度に大型車が 1 台増加すると仮定して、濃度変化を推計した。なお、2510 台というのは、ガイドウェイバスの年間輸送人員を元に算出した値である。

施策導入後の乗用車台数の計算過程を以下に示す。

- ・路面電車導入後の車両台数(台)
 - =各区間の車両台数(台)
 - ーシフトする乗用車台数(台) (7)
- ・ガイドウェイバス導入後の車両台数(台)
 - =各区間の車両台数(台)ーシフトする乗用車台数(台)
 - +ガイドウェイバスの導入台数(台) (8)

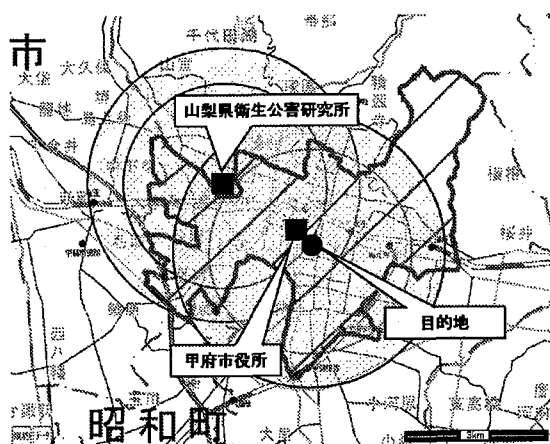


図-5 公共交通機関へシフトする通勤・通学者の居住地域(斜線部分)と目的地、及び各評価点から半径 3km・4km の円 [電子国土を編集]

表-2: NO₂濃度の計算結果(路面電車導入)

シナリオ	衛生公害研究所		甲府市役所	
	計算結果 (ppm)	改善効果 (%)	計算結果 (ppm)	改善効果 (%)
通常	0.02636		0.02670	
4.8%の車がシフト	0.02599	1.4	0.02658	0.4
12.7%の車がシフト	0.02577	2.2	0.02640	1.1
50%の車がシフト	0.02470	6.3	0.02553	4.4
100%の車がシフト	0.02339	11.2	0.02438	8.7

表-3: NO₂濃度の計算結果(ガイドウェイバス導入)

シナリオ	衛生公害研究所		甲府市役所	
	計算結果 (ppm)	改善効果 (%)	計算結果 (ppm)	改善効果 (%)
通常	0.02636		0.02670	
4.8%の車がシフト	0.02600	1.4	0.02659	0.4
12.7%の車がシフト	0.02577	2.2	0.02640	1.1
50%の車がシフト	0.02470	6.3	0.02553	4.4
100%の車がシフト	0.02340	11.2	0.02438	8.7

その結果、両評価点とも、NO、NO₂、SPM、CO の大気汚染物質で、改善効果が得られた、特に、NO₂濃度は、表-2 より甲府市役所では最大 8.7%、表-3 より衛生公害研究所では、最大 11.2%と改善効果が大きかった。これより、通勤・通学者という一部の市民だけでも、自家用車から公共交通機関へシフトさせることにより、中心市街地への自動車の流入が減少することは、大気環境改善効果があるという結果が得られた。これより、甲府市には、公共交通機関の導入など大気環境問題の対策による改善効果が有効であるといえる。しかし、現実的なシフト率である 4.8%や 12.7%では、改善効果があまり高くなかったことから、この施策単独では、仮に実現できたとしても効果は薄いため、他の施策との併用が有効だと考えられる。

7. 結論

目的地までの交通手段を限定しない中心市街地活性化策では、中心市街地に無料駐車場があれば、高い確率で人々は自家用車で訪れる可能性が高い。このような状況を想定した今回のシミュレーションでは、大気環境悪化の危険性が示唆された。一方、交通量抑制策では、自動車の利用が大きく減少すれば、大気環境の改善効果が得られるとうことがわかった。これより、中心市街地活性化の計画を行う際に、大気環境問題も考慮して進めていく必要があるといえる。

また、今後、甲府市における公共交通機関導入のシミュレーションをより現実近づけるためには、既存のインフラを活性化させる施策のシミュレーションを行う必要がある。これとあわせて、本研究で用いた原(2005)²の濃度予測式にも補正・改良の余地が課題として挙げられる。

参考文献

- 1)市川裕子, 山梨大学工学部循環システム工学科卒業論文 (2006)
- 2)原秀幸, 山梨大学院工学研究科持続社会形成専攻修士論文 (2005)
- 3)西村幸格・服部重敬, 都市と路面公共交通 欧米に見る交通政策と施設, 学芸出版社, p77, 2000
- 4)次世代路面電車(LRT)による枚方のまちづくりを推進する会(枚方・LRT推進会), 「話題提供資料」, <http://www.technonet.com/~lrt-hrkt/TransitMall/report.htm> (2007/08/31)
- 5)西村幸格・服部重敬, 都市と路面公共交通 欧米に見る交通政策と施設, p222, 学芸出版社, 2000
- 6) RACDA(路面電車と都市の未来を考える会), 路面電車とま

ちづくり 人と環境にやさしいトランジットモデル都市をめざして, 学芸出版社, pp237-237, p242, 1999

7) RACDA(路面電車と都市の未来を考える会), 路面電車とまちづくり 人と環境にやさしいトランジットモデル都市をめざして, 学芸出版社, p240, 1999

8)国土交通省道路局, 歩行者・自転車優先のみちづくりホームページ, <http://www.mlit.go.jp/road/road/yusen/transit/torikumi.html> (2007/08/28)

9)片谷教孝・原秀幸, 環境アセスメントのための大気汚染物質濃度簡易予測手法, 土木学会環境システム研究論文集, Vol.34, pp473-478, 2006

10)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

11)山梨県, 平成 17 年度 甲府都市圏交通実態(パーソントリップ)調査

A REMEDY OF TRANSPORTATION SYSTEM IN YAMANASHI FROM A VIEWPOINT OF AIR POLLUTION

Mai AOYAGI, Shinichi KITAMURA and Noritaka KATATANI

In Yamanashi, problems caused by automobile traffics are serious such as traffic jams, air pollutions, existence of vulnerable inhabitants or the decline of the activities in central city area. This study aims to suggest a method to achieve both improvement of atmospheric environment and central city area activation, and to evaluate the effect.

At first, domestic and foreign examples about the successful introduction of public transportation such as the new transportation system were surveyed. Next, for central city area outskirts in Kofu city, some simulation calculations were carried out introducing two scenarios. The scenarios are 1) "Central city area activation measure" to introduce supercenter having a free parking lot, and 2) "Traffic density control measure" to introduce a new public transportation which it is easy to use like a streetcar. As a result, some remarkable atmospheric environment changes were obtained in this way. The considerations of the improvement of transportation system from an aspect of the atmospheric environment are effective in Kofu central city area.