

愛知県における渋滞緩和策

慶應義塾大学

大沼あゆみ研究会

交通班：井手 桐生 白石 中澤 安田

目次

序論	3
本論 自動車依存社会からの脱却	4
I 愛知県の実態	
A 愛知県の自動車依存社会の実情	4
B 名古屋圏の公共交通機関の現状	11
C 交通渋滞による環境への負荷	14
D 愛知県における渋滞緩和対策	16
II 私たちが考える交通渋滞対策～混雑税～	18
III 混雑税による分析	22
IV データを使ったモデル分析	24
A 私的限界費用曲線の算出	25
B 需要曲線の算出	28
C 社会的限界費用曲線の算出	29
結論	36
参考文献	37

序論

今日、日本国内の様々な場所で交通渋滞問題が深刻化している。その経済的損失は日本全体で約 12 兆円にも及び、自動車の排出する温室効果ガスによる地球温暖化などの環境破壊が深刻な問題となっている。その中でも、愛知県では自動車保有台数が全国 1 位の自動車依存社会が形成されており、その経済損失額は全国で 5 位、経済損失時間は 2 位と、交通渋滞問題が顕在化している。愛知県の自動車保有台数は年々増加しており、交通量も増加の一途をたどっている。愛知県では、中心部となる名古屋市を中心に、鉄道や地下鉄等の公共交通機関が整備されているにも関わらず、なぜこのような交通渋滞が起こるのか。この論文では、まずその要因を明らかにし、既存の渋滞緩和策を紹介していく。その上でどうすれば過剰な自動車依存の現状から、公共交通機関利用へと転換させていくことができるのかを考察していく。その方法として、私たちは交通需要マネジメント(TDM)に着目し、その手法の一つである混雑税を、海外での実績を交えながらその特性を紹介する。詳しい特性については後に説明を加えるが、混雑税とは交通渋滞が問題になっている区域を走行する自動車から料金を徴収することにより、混雑の解消や大気環境の改善を目的とする環境税である。私たちは、名古屋市内でも特に交通渋滞が目立つ区域に実際に混雑税を導入し、交通需要をシフトさせることによって公共交通機関利用へと転換が可能であるのかをモデルやシミュレーションを用いて検証していく。

本論

I 愛知県の実態

愛知県は中部地方に位置し、面積約 5,162.50km²、人口 7,284,359 人を有し、この人口は東京、神奈川、大阪に続いて第 4 位となっている。そして、愛知県は全国でも有数の工業県で、製造品出荷額等は、35 兆 4837 億円で、27 年連続全国第 1 位である。また、愛知県は首都圏と阪神圏の中間に位置しているため、東名及び名神高速道路、中央自動車道、国道 1 号等の東西幹線道路ネットワークが整備されており、自動車交通が盛んとなっている。さらに、人口も多く、産業集積地域でもあることから、人の交流や物の移動が非常に多い。我々は、その愛知県の中でも特に渋滞が目立つ名古屋市内での混雑税(ロードプライシング)の導入について、名古屋の交通の実態や混雑税の特徴を踏まえながら、モデルを使って検証を進めていく。

A.愛知県の自動車依存社会の実情

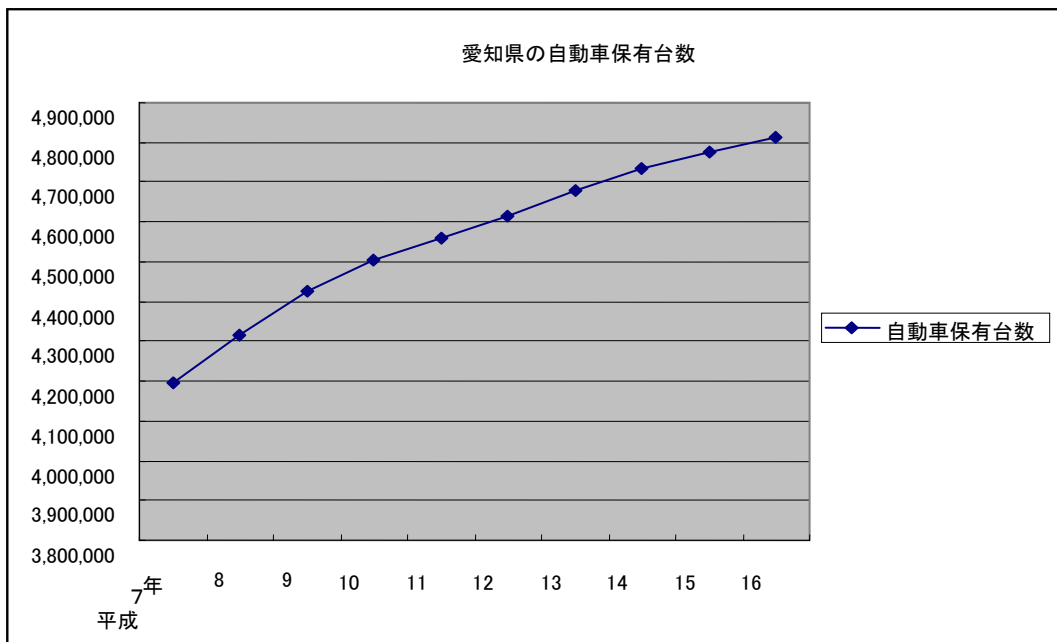
愛知県は日本の工業の中心となっていることもあり、自動車依存社会が形成されている。後に詳しく述べるが、愛知県の渋滞による経済損失や損失時間は多大であり、人やモノの移動に大きな支障を与えている。特に名古屋市周辺や岡崎周辺部、豊田市など主要な都市周辺で渋滞が多発している。この節では、その愛知県の車依存社会の実情をみていく。

I : 自動車保有台数

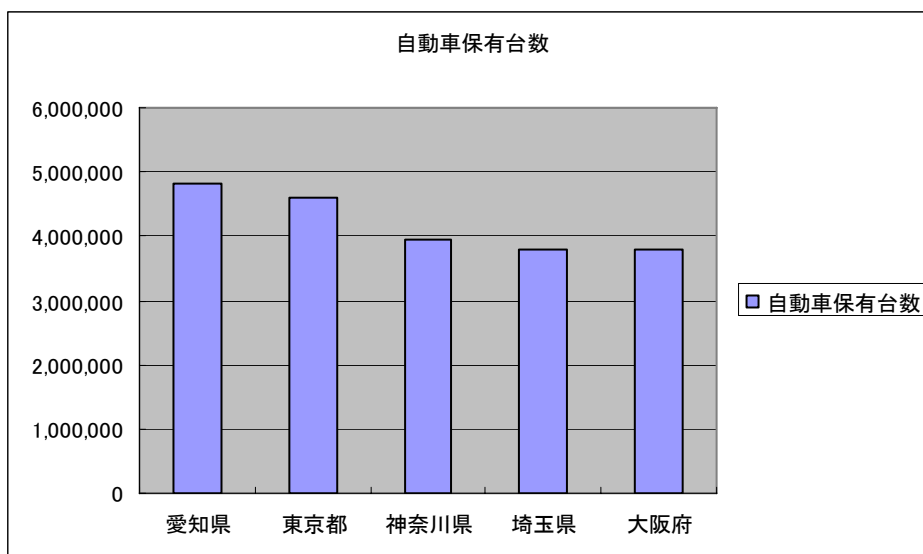
愛知県の自動車保有台数をみると、保有台数は年々増加しており、東京を抜いて全国で一番の自動車保有台数となっている。また、一世帯あたりの車両保有数も 1.83 と全国平均値である 1.55 を大きく上回っている。この保有台数が多いという事実から、自動車依存社会であることが読み取れ、それが都市部を中心とした交通渋滞につながっていると考えられる

	人口	世帯数	一世帯平均 構成人数	保有車台数	一世帯あたり 車両数
愛知	7,192,000	2,650,100	2.7	4,812,000	1.83
東京	12,378,000	5,692,800	2.17	4,608,000	0.8
全国	127,687,000	48,224,500	2.6	77,390,000	1.55

資料：自動車交通局、総務省 平成 17 年調べ



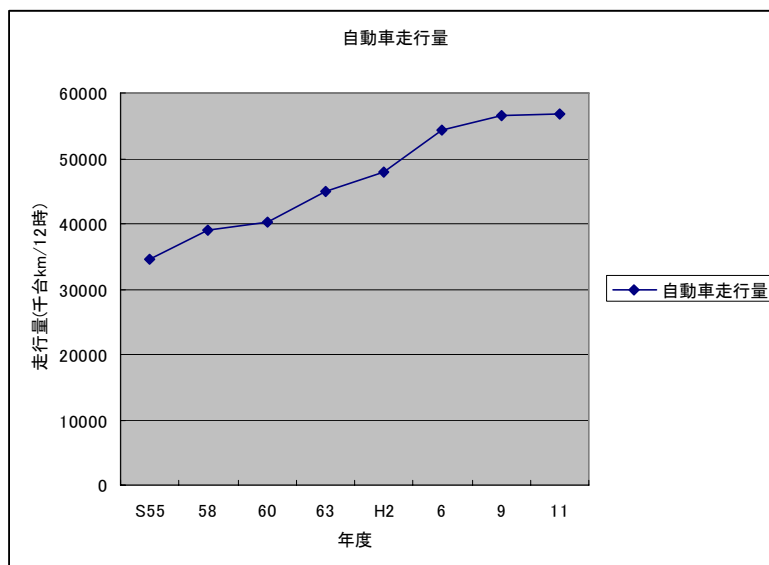
資料：自動車交通局、総務省



資料：自動車交通局 平成16年調べ

II：自動車走行量

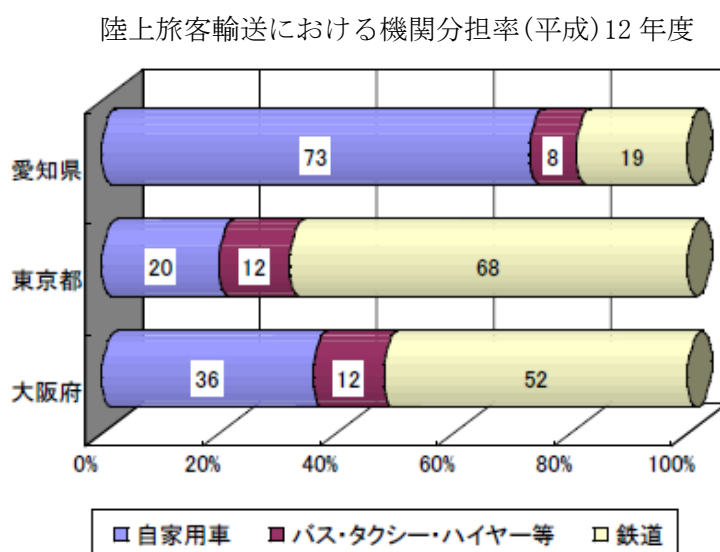
グラフをみると、自動車走行量は右肩上がりを維持している。この自動車走行量は自動車保有量に伴って増加しており、自動車走行量の増加が都市部での渋滞につながっていると考えられる。



資料：道路交通センサス及び貨物地域流動調査

Ⅲ：交通機関の分担率

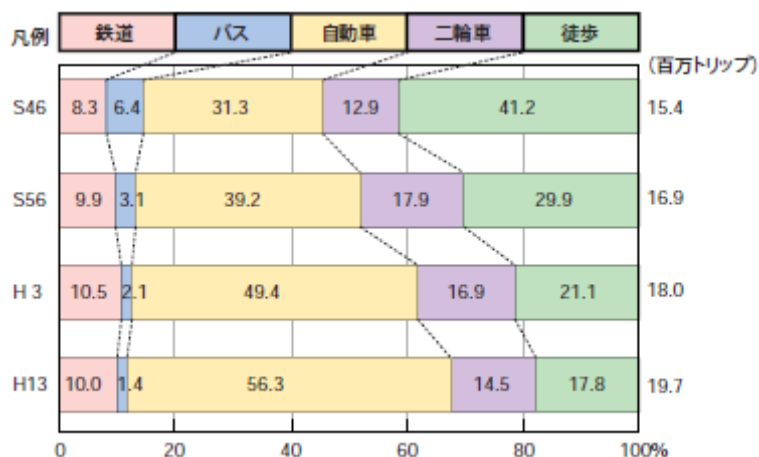
次に、交通機関利用状況を示す交通機関の分担率を見ると、下図が示すように愛知県は自動車利用の割合が73%と交通手段の大半を占めている。これは、東京の20%、大阪の36%を大幅に上回っていることから、自動車保有台数が多い他県と比べても愛知県の自動車への依存度は極めて高いことがわかる。また、愛知県の特徴として、他都市と比べて鉄道利用者の割合が極めて少ないことがわかる。



資料：旅客地域流動調査(国土交通省)

また、過去 30 年間の中京圏の代表交通手段別利用率の推移をみると、鉄道は微増傾向であるが、バス利用者が減少しているため、結果的に公共交通機関の利用者が減少している。また、徒歩の割合が著しく減少し自動車の割合が増加しているため、30 年前に比べ自動車の普及率が上がり、徒歩から自動車利用へとシフトしたと推測ができる。

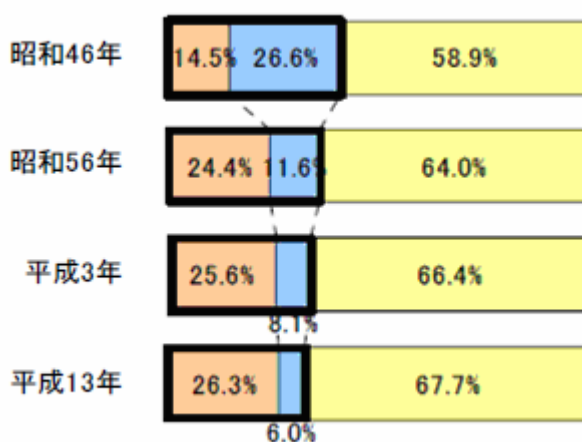
中京都市圏における代表交通手段別利用率の推移



資料：中京都市圏パーソントリップ調査

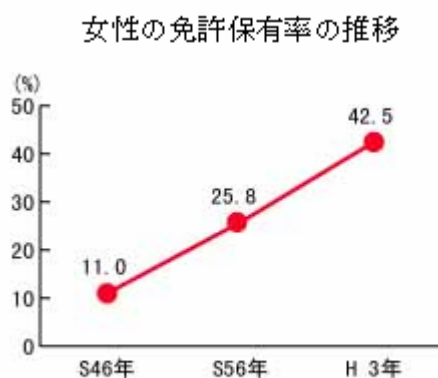
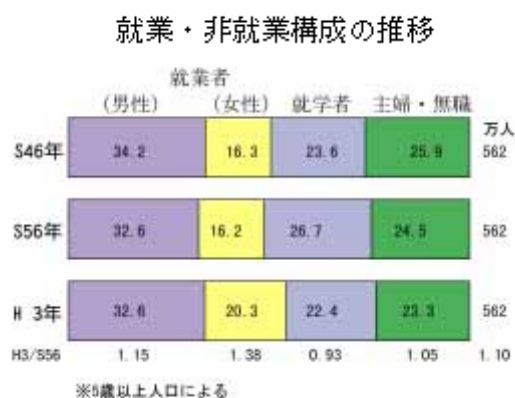
名古屋市内に焦点を合わせてみても、昭和 46 年から平成 13 年の間に 10% 近くの人が交通機関から自動車利用へとシフトしており、自動車依存度が上昇していることが見て取れる。

名古屋市内の交通トリップにおける公共交通(鉄道+バス)と自動車の構成比



資料：中京都市圏パーソントリップ調査

こうした自動車依存（公共交通機関利用者減少）の原因として、幹線道路やインターチェンジの新設などの道路の整備が進んだことに加えて、主な公共交通利用者層である就学者が少子化により減少したことや、人口の郊外化、高齢者・女性の免許保有率の上昇などが考えられる。グラフをみると、就学者の割合は昭和46年から昭和56年にかけて増加したものの、昭和56年から平成3年の間に4%強の減少を見せており、平成27年には17.8%にまで減少するであろうと中京都市圏パーソントリップ調査で推測されている。また、女性の免許保有率は昭和46年から平成3年までに30%以上増加している。



資料：中京パーソントリップ調査

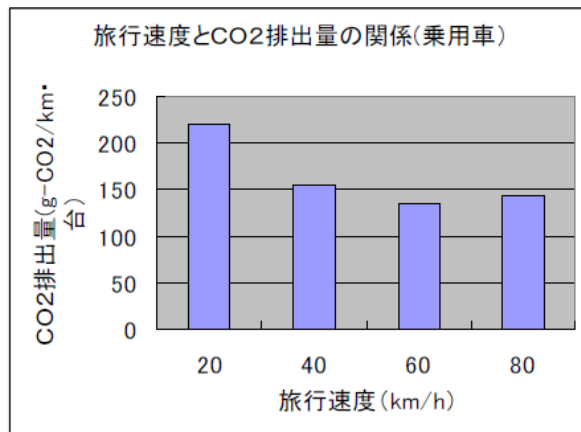
IV：名古屋市の渋滞時平均旅行速度

道路交通センサスによると、名古屋市内での平日混雑時平均旅行速度は愛知県全体でみた場合や、近隣の県と比べると著しく遅くなっている。国土交通省の発表によると、旅行速度 60km/h のときが最も CO2 排出量が少ないが、それより遅い速度だと排出量は増えてしまう。つまり、名古屋市では混雑時の平均旅行速度が 18.16km/h とかなり遅いので、CO2 排出量が多く、環境への負荷が大きいので改善が求められる。

名古屋市及び東海3県の道路交通状況

指標	混雑時平均
市区町村	旅行速度(km/h)
名古屋市	18.6
愛知県	28.6
岐阜県	36.1
三重県	32.3

資料：道路交通センサス



資料：国土交通省

V：愛知県の交通渋滞による損失

愛知県の交通渋滞の実情がわかるデータとして、交通渋滞による時間の損失と経済損失がある。下のグラフをみてわかるように、愛知県の渋滞による時間損失は2.8時間と全国ワースト2位であり、また愛知県の渋滞による1km当たりの損失額は年間1億5千2百万円で全国ワースト5位となっている。このことから、愛知県の交通渋滞は東京と遜色ないほどの深刻な問題であることがわかり、迅速に解決することが望ましい。そこで、下の愛知県における渋滞状況の図をみると、渋滞が激しいのは名古屋市を中心とした都市部であることがわかるので、その都心部の渋滞を解消できれば経済的に大きな効果が得られると考えられる。

都道府県別の渋滞損失時間

順位	都道府県	渋滞損失時間(億人時間)
1	東京都	3.7
2	愛知県	2.8
3	大阪府	2.7
4	埼玉県	1.9
5	神奈川県	1.7
6	静岡県	1.6
7	千葉県	1.6
8	北海道	1.3
9	福岡県	1.3
10	宮城県	1.3
全国		38.1

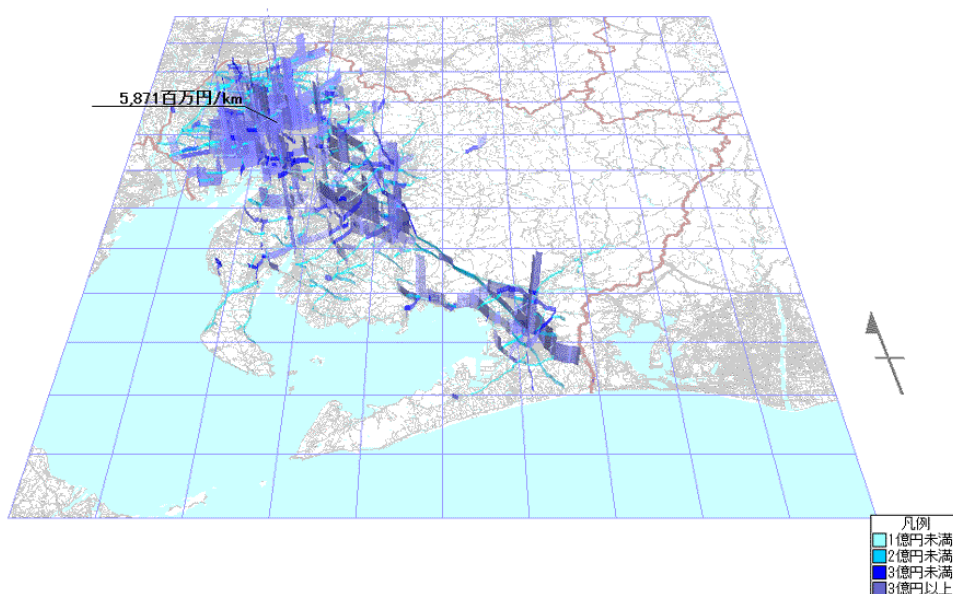
資料：道路交通センサス(国土交通省)

1km 当たり渋滞損失額都道府県順位表

順位	都道府県名	1Km 当たりの損失額 (百万円/年間)
1	東京都	435
2	大阪府	338
3	神奈川県	237
4	埼玉県	171
5	愛知県	152
6	千葉県	128
7	沖縄県	115
8	静岡県	108
9	宮城県	104
全国		62

資料：道路交通センサス(国土交通省)

愛知県における渋滞の状況(道路 1km あたりの渋滞損失額)



資料：国土交通省

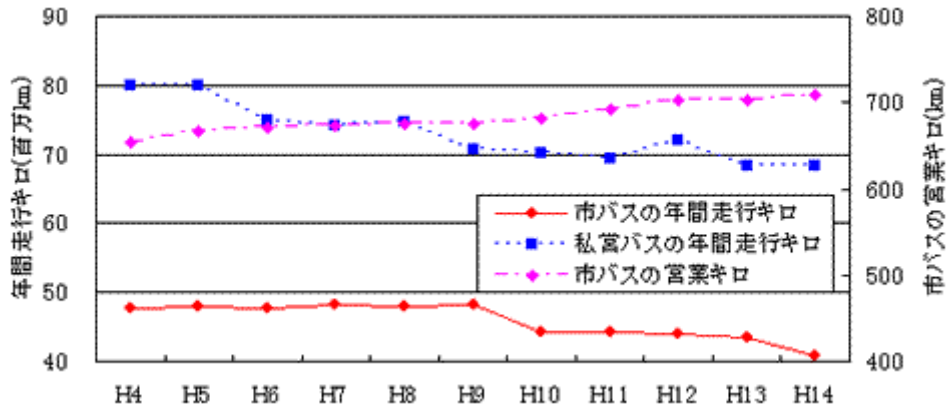
B.名古屋圏の公共交通機関の現状

前節で愛知県が自動車に依存した社会であることがわかったが、次に特に渋滞の激しい地域になっている名古屋圏の公共交通機関の現状について検証していく。

I：バス事業

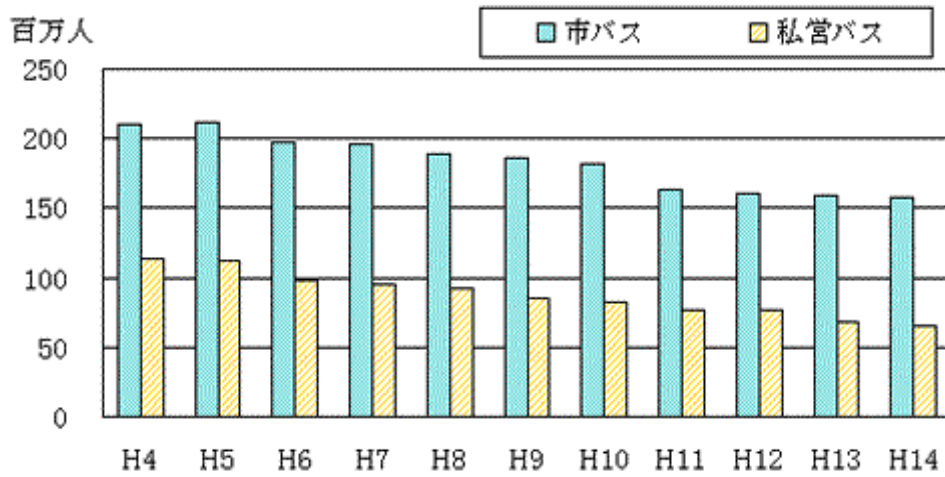
名古屋市バス路線は、名古屋市交通局の経営する市バスその他、名鉄グループの名鉄バス、近鉄グループの三重交通、JR 東海バスなどが周辺区を中心に路線を運営している。バス利用については、市バスが路線密度の高さから最も多くの利用者を集めているが、自家用車の増加や地下鉄との路線重複等もあり、大部分の路線が赤字である。下図から、市バスも私営バスも年間走行キロが減少しており、営業を縮小していることがわかる。

バスの年間走行キロおよび市バスの営業キロの推移



資料：名古屋市統計年鑑、名古屋市総務局

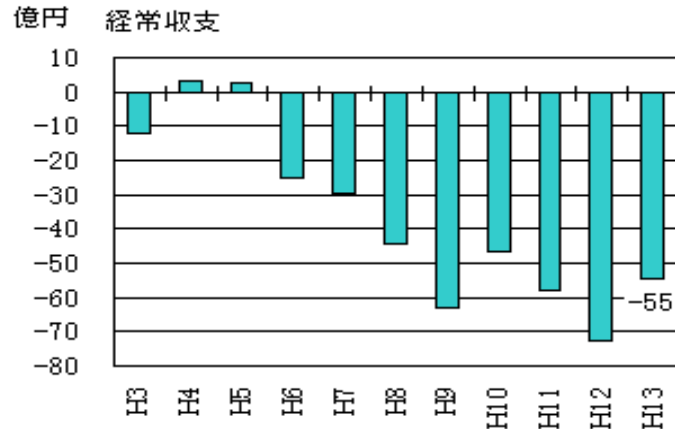
バスの年間乗客人数の推移



資料：名古屋市統計年鑑

次に、乗客数の推移を数字で見ると、市バス、私営バス共に乗客数が減少しており、私営バスでは平成4年に比べて平成14年では乗客数が半分近くまで減少している。市バスも平成4年に比べて乗客数は4分の3程度に減少している。また、このような乗客数の減少によって市バスの収支状況は大変厳しいものとなっている。

市バスの収支状況

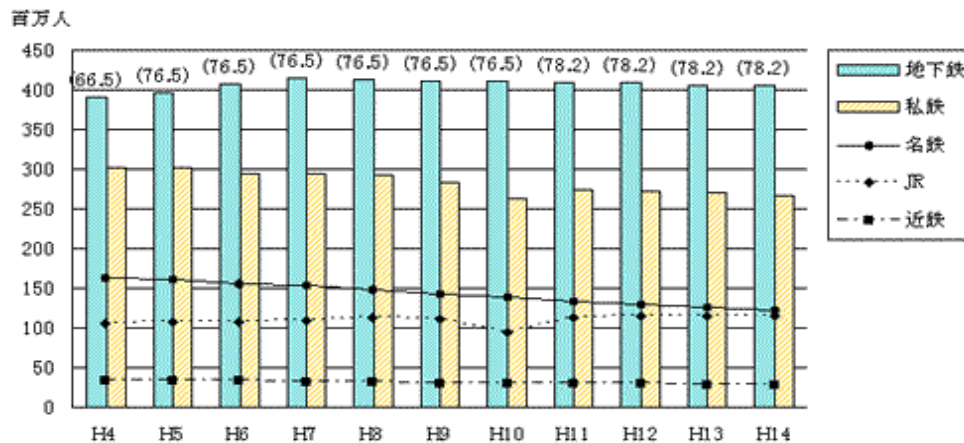


資料：市バス・地下鉄のあすに向けて

II：鉄道事業

名古屋市交通局が経営する地下鉄を中心に、JR 東海、名古屋鉄道、近畿日本鉄道の主要 3 社が乗り入れている。鉄道利用については、市内主要地域の大部分をカバーする地下鉄が圧倒的である。その他の鉄道 3 社は名古屋駅等市内中心部主要駅と郊外都市との連絡が中心で、市内相互輸送については首都圏に比べ日常的な利用はさほど多いとはいえない。また、自動車通勤の抑制を期待して整備された西名古屋港線(あおなみ線)だが、運営する第三セクター名古屋臨海高速鉄道の当初の利用予測を大きく下回っており、苦しい経営が続いている。

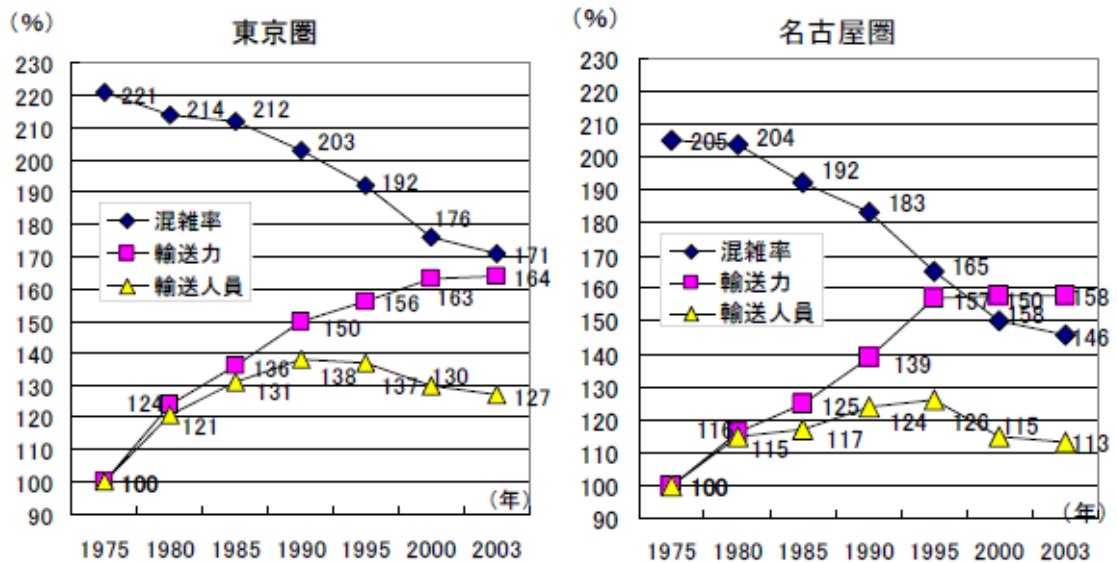
名古屋市内の鉄道乗車人員



資料：名古屋市統計年鑑

グラフをみると、各社とも乗客数が減少、または微減傾向にあることがわかる。さらに地下鉄に関しては、グラフ上()内は営業キロを表すが、営業規模を拡大しているにもかかわらず乗員が微減傾向にあることがわかる。

鉄道の通勤・通学時の最混雑区間における平均混雑率・輸送力・輸送人員の推移



資料：国土交通白書

次に鉄道の混雑率を見ていく。混雑率とは、ピーク時の輸送人員を輸送能力で割ったもので、100%は定員乗車で「全員が座席につかか、つり革・柱につかまることができる状態」、150%は「肩が触れ合う程で新聞は楽に読めるような状態」、180%は「体が触れ合うが、新聞は読める状態」、200%は「体が触れ合い相当圧迫感があるが、週刊誌程度なら何とか読める状態」とされている。

上のグラフをみると、名古屋圏では、通勤時に混雑は見られるもののその混雑率は減少しており、東京圏と比べると、乗車スペースに多少の余裕があることがわかる。このことから、自動車から鉄道への転換も可能であると考えられる。

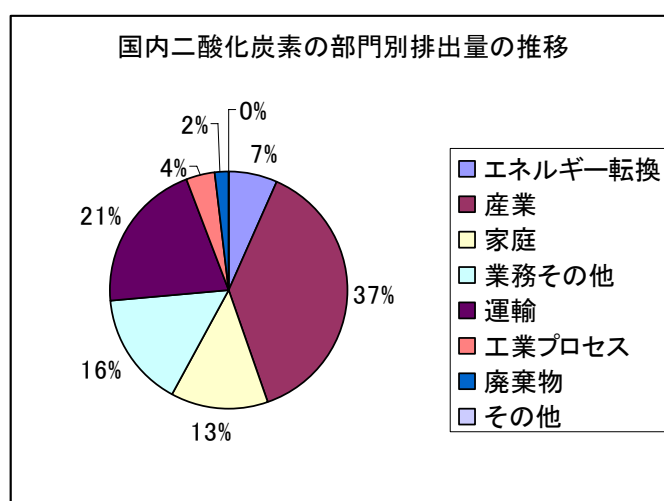
C. 交通渋滞による環境への負荷

環境省によると、国内の二酸化炭素排出量のうち、運輸部門が占める割合は21%で、その約9割が乗用車、そのうち自家用車など事業主以外の車が6割を占めている。名古屋市だけで詳しく検証していくと、90年～01年の11年間の間に自家用乗用車の排出量は1.5倍になっている。このことから、自動車の排出ガスは地域的な環境へ大きな負荷を掛けていることがわかる。

二酸化炭素の排出量は運輸部門だけで前年度比9.5%増(03年)であり、全体のガソリン燃料消費量が9.2%増、ただでさえ増加の一步をたどる自動車台数と、さらにそれによって引き起こる渋滞が要因となり、実走行燃費を約11%下げる形となって記録している。つまり渋滞緩和は燃費向上とともに、環境負荷低減という大きな意味を持つ。(ここで述べた

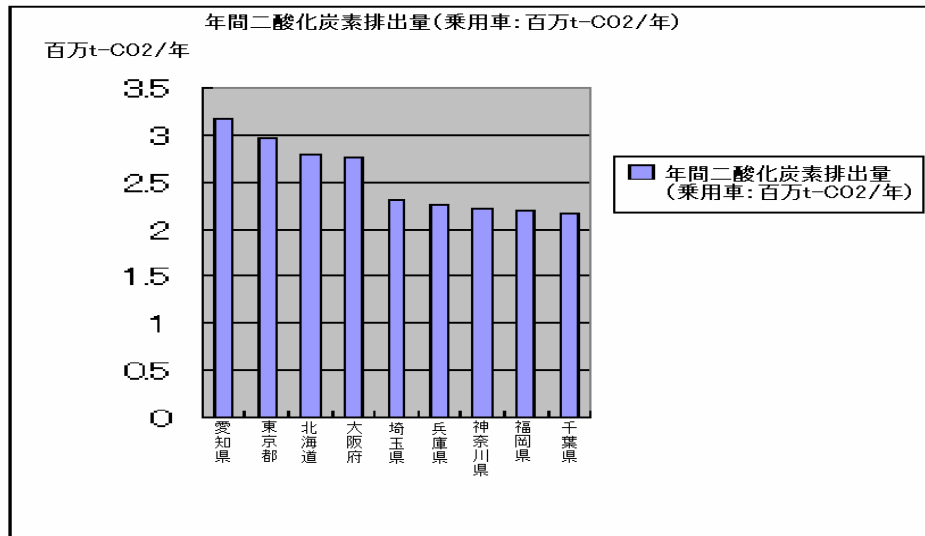
自動車台数の増加とは名古屋市を中心とした名古屋圏において過去10年間で乗用車保有台数が1.6倍に増えているという名古屋市道路交通局のデータ参照。)

加えて名古屋圏に存在する数多くの幹線道路および主要高速道路が乱立するという特徴的地域という点でもガソリン消費の拡大は見て取れる。これは運転手の多くが高速道路などで給油を行い、それによりガソリン消費量が名古屋市民だけでなく他地域からの長距離運転分も含められているためと考察される。具体的な二酸化炭素排出量として、名古屋市だけで、通勤の自動車が排出する二酸化炭素は一日2216トン、約41万台と言われる。これはナゴヤドーム0.7個分である。



資料：環境省 環境統計集

都道府県別の乗用車の二酸化炭素排出量を表す下図をみると、愛知県の乗用車の二酸化炭素排出量は全国1位を示しており、地域的を超えて全国的な地球温暖化の原因となっており、その直接的な原因である交通量を減らすための渋滞緩和政策への取り組みが急務であることがわかる。



資料：道路交通センサス

D.愛知県における渋滞緩和対策

このように愛知県における交通は自動車の依存度が非常に高く、慢性的な渋滞が発生している。これを改善するために県内では以下のような対策を実施、渋滞緩和を図っている。

I：パークアンドライド

愛知環状鉄道八草駅・末野原駅では都心部の公共交通機関の利用を促進するためにパークアンドライドを実施している。パークアンドライドとは、郊外に駐車場を用意し、町の中心に流入する通勤者や観光客に対し電車やバスなどの公共交通機関への乗り換えを促すという取り組みを指す。中心部に入る自動車の台数を減らし、交通渋滞の緩和や通過交通を排除するとともに、排気ガスや騒音などの環境被害も軽減するという効果も狙う。

現段階で乗り換えの煩わしさ、また自動車のみの移動と、自動車から公共交通機関に乗り換える場合の両者の費用対効果の違い、さらに駐車料金の高さなどが原因となり運動は停滞しているといえる。名古屋市では地下鉄を利用して通勤する人が多く、初乗り 200 円という地下鉄料金の高さも要因のひとつと考えられる。

イメージ



資料：さっぽろの交通 総合交通計画部のページ

II：ITS の活用

豊田都市圏では公共交通の利用促進を図るため、ITS 技術を活用し情報を提供している。ITS（高度道路交通システム：Intelligent Transport Systems）とは、最先端の情報通信技術を使って人と道路と車両とを一体のシステムと考えようとするもの。具体的には道路交通情報通信システム（VICS）、ETC にはじまる自動料金支払いシステム、赤信号を公共車両に対して減少させ運行支援する優先システム（PTPS）などが挙げられる。このシステムは渋滞緩和、交通事故の抑制、環境負荷の軽減などへの期待が寄せられている。現状では、ETC などは少なからず成果を挙げてはいるものの、公共交通機関やナビゲーションシステムは、集客や利用が滞っているため思うような成果を得ていない。それぞれ認知度が低いからという単純な問題ではなく、多くの渋滞や事故による交通幹線のマヒがバスなどの公共交通機関から遠ざかる理由となり、利用者を安定的に目的地に届けるという本来の目的が果たされない信頼喪失につながったとも考えられる。

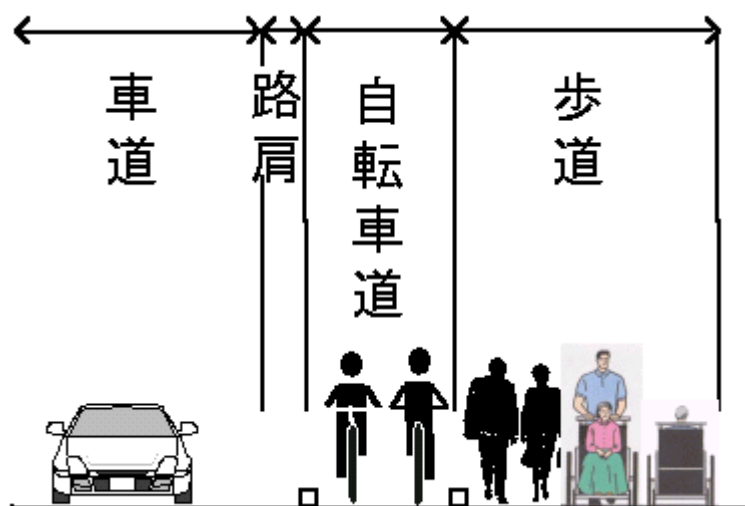
III：交通容量の拡大

慢性的な交通渋滞を解消するために名古屋環状二号線、名古屋高速道路、名岐道路などやその付近のバイパスを整備、さらに道路幅の拡大工事を行う。踏み切りと交差する道路や交通量の多い交差点では道路の立体化などを進めボトルネック解消を図る。現段階において拡張されている地区が増えてきてはいるものの年間約五万台という増加数を示している愛知県において、自動車登録台数の伸びが拡大効率を上回る状態となっている。

IV：自転車利用の促進

自転車はその手軽さ・機動性の高さから都市内における日常的な短距離移動手段として

の需要が高く、またその環境負荷の低さから環境にやさしい交通手段として大いに注目されている。そのため名古屋市では自転車の利用促進を図るため、放置自転車対策と併せて自転車利用空間の確保、整備を進めている。具体的な対策としては自動車道の確保により歩行者と自転車とを分離、安全性の確保と機動性を向上させる。また駅や都市施設における自転車走行空間のネットワーク化、自転車駐車場の整備促進、業務用自転車の導入などを進めている。この運動は単に整備を行えば制御できるというものではなく、自転車と歩行者の共存関係の構築、さらに駐輪スタンドを新たに増設しなければ利用数が増えないのでは無いかという指摘も出ている。



資料：国土交通省道路局

しかし、これらの対策が実施されている現在でも愛知県の自動車依存は依然として高く、上で述べたように自動車保有台数は上昇傾向にある。そのため都心部で日常的に発生している渋滞は未だ解消できていない。この問題を解決するために、我々は新たな渋滞緩和のための対策を考えていく。

II 私たちが考える交通渋滞対策～混雑税～

混雑税について説明する前に、まず、交通需要マネジメント（TDM=Transportation Demand Management）について説明する。

TDM とは、個人や民間企業など交通需要者の意思決定メカニズムに直接働きかけることに

よって、発生する交通の時間帯、手段、ルートなどの変更を促し、車の効率的利用による交通量の減少を進めようとするもので、供給に見合うレベルに需要を管理する発想にたった施策である。

TDM の施策としては、

- [1] 交通発生時間の変更を促す施策
- [2] 交通経路の変更を促す施策
- [3] 交通手段の変更を促す施策
- [4] 自動車の効率的利用を促す施策

等があり、混雑税とは、TDM 施策の 1 つで、指定区域に入る自動車から混雑税の名目で料金を徴収する事により、道路混雑の激しい地域やその周辺の自動車交通量を抑制し、混雑の解消や税収、大気環境の改善を目的とする税金である。また、公共交通機関(バス等)には税金はかからず、二輪車(バイク)からも税金を徴収しないシステムである。

①混雑税の現状について

現在、世界的にも交通混雑は解決の困難な問題となっている。日本においても、国民全体の損失は年間 12 兆円に達するという試算があるほどの深刻な問題であり、積極的な対処が必要とされている。これまでは道路供給の拡大によって対応がなされてきたが、土地の問題、道路整備のコストが非常に大きいことなどを考慮すると、これからは道路交通需要をコントロールしていくという発想が重要になると考えられる。

そこで有効なのが混雑税である。需要コントロールの手法はいくつかあるが、その中でもプライシング制度は特に有効とされている。すでに海外では実施に移されており、後に説明を加えるが、イギリスやノルウェーでは効果的に運用されている。日本では、渋滞による環境問題の深刻化などにより導入の機運が高まっているものの、実際にはまだ導入には至っていない。

②混雑税の特徴

前述の通り、TDM とは、簡単に言うなれば自動車の効率的利用や公共交通への利用転換を促すシステムである。混雑税は上記に挙げた 4 つの施策を満たす方法なので、重要視されている。つまり交通行動の変更を促して、発生交通量の抑制や集中の平準化など「交通需要の調整」を図ることにより、道路交通混雑を緩和し、都市機能や都市環境を改善していくことが可能である。また、経済学的な観点から混雑税は今まで外部費用として運転者に正確に認識されていなかった混雑費用を運転者の判断要素の中に取り組みことによって、従来は外部費用だったものを内部化することができるのである。それによって、道路利用者に費用を支払ってまでも道路を利用するかしないかという選択の余地を残しているため、優れた道路混雑の対策として期待できる。

③混雑税の課金方式

混雑税の課金方式にはエリアプライシング方式、コードンプライシング方式、走行距離課金方式の 3 方式がある。コードンプライシング方式は対象地域を取り囲むように設置したコードン（遮断）線を通り抜けて流入する車に課金するもの（地域内での移動では課金されない）でオスロなどがその代表例である。エリアプライシング方式は内々交通でも課金される。こちらはロンドンなどが代表例である。コードンプライシングが、外から内に入る交通に料金を課すのに対し、エリアプライシングは既に内にある交通にも料金を課すことができる。こういったエリアプライシングは、混雑地域全体の交通量を減少させることで交通混雑を緩和させることに適している。

これら二つは一度支払ったあとは走行距離にかかわらず課金されない。一方、走行距離課金方式は車に車載器を搭載させ、走行距離ベースで課金する方式でありスイスで採用されている。

④海外での混雑税の事例

現在、世界の幾つかの都市では区域の混雑解消を目的とした混雑税が実際に運用されている。特に代表的な都市としては、シンガポール、ノルウェーのオスロ、イギリスのロンドン等の都市が挙げられるが、名古屋市での導入を検討する先行事例として、ロンドンにおける混雑税導入経緯や結果についてここでは紹介していく。

ロンドンにおける混雑税

I.概要

イギリス・ロンドンにおける混雑税は比較的新しく、2003年2月17日から実施されている。慢性的な道路交通混雑に悩むロンドンは、ピーク時間帯における平均速度が 15.9km/h(1997年～2000年平均値)となっており、東京都区部の 17.5km/h（名古屋市の平均速度はピーク時 18.6km/h）を下回る激しい渋滞に見まわっていた。このため数年前から混雑税の導入に向けた研究が行われていたが、2000年に推進派のリビングストーン氏が市長に就任したことで、構想が具体化、現実化したものである。

時間帯は午前7時～午後6:30と設定し、同時期にバスを増発、座席数を確保した。対象地域は内環状道路内の約21平方キロメートルで、監視システムのコストは、初期設置費用が2億ポンド、維持管理費用は年間5000万ポンドである。



資料：ロンドン交通局

II. 課金方式

ロンドンの混雑税では、混雑税の対象課金エリア内に入る際には常に許可証を携帯し（あるいはナンバープレートなどを登録し）、エリア内で課金されているか否かを常に監視するエリア課金という方式を採用している。

課金の支払いは、電話やインターネット（携帯電話からの E メールも利用可能）、郵便局、小売店やガソリンスタンドで行うことができる。支払いは、課税地区を通行する日の 90 日前から当日後 10 時までに行う必要があり、1 週間ごと、1 ヶ月ごと、1 年ごとといったまとめ払いも可能である。

監視は、エリア内数百カ所に設置されている固定式・移動式のカメラで行われており、運転者、車両型式、色などエリア内に流入する車両のナンバーをカメラで読みとり、料金の支払いをする際に登録する車両やナンバーと照合して、支払い状況を確認する。自動カメラは 230 台設置されており、通過車両の 98% を捕捉することが出来る。ちなみに、税払い込みデータと自動照合は未払い車のみ記録されていて、夜 12 時までには払い込みがなかったものは翌日、管理官が照合、反則通知書を発行するという仕組みになっている。

料金は車種を問わず一律 5 ポンド（現在は 8 ポンド）で、支払いが遅れると、最高で 120 ポンドの罰金が課せられる。ただし、適用除外として、区域内住民は 90% 割引、グリーン・カー（電気自動車、燃料電池車など）、身体障害者用車両、二輪車、バス、緊急車両などは無料となっており、祝祭日は課金されない。

III. 導入効果

Economist 誌（3月20日号）によると、効果予測と実際の結果は、交通量10～15%減の予測が実際は20%に、渋滞遅延時間20～30%減の予測が実際は30%となった。混雑税の対象となったゾーン内走行速度も毎時7.5マイルから20マイルになり、バス利用者が14%増えた。混雑税の支払い件数は1日平均1万件で、未納は4千件となっている。世論調査（MORI）では賛成50%、反対36%という数値が出ている。

意外かもしれないが、当初、混雑税という案は多くの市民に受け入れられた。通行料の徴収制度の導入がなぜ大きな反発もなく支持されたのかというと、大抵の市民が料金を支払う必要がないからである。というのも、毎朝ロンドン中心部に入ってくる人数は、すべての交通手段を合わせて100万人に上るが、そのうちの85%は公共交通機関を利用している。つまり、クルマで通勤する残り15%のドライバーに通行料を負担させることで、他の大多数の人にとっては混雑が緩和されるというメリットが得られるからである。また、混雑税を導入したいずれの都市でも、市内を走る車の走行速度が上がったり、中心部へ入ってくる車の量が減少したりと一定の成果があがっていることが報告されている。その意味で混雑税は道路混雑の解消のための有効な手段の一つであるといえる。

IV. 問題点

以上より、ロンドンでの混雑税は一定の成果をもたらしたと言えるが、問題点も出てきている。以下、いくつかの問題点を整理しておく。

①盗難—車載器にキャッシュカードを差し込んでおいたままにしていたため、キャッシュカードの盗難事件が発生。

また、規制時間の終了間際にゲート付近でのろのろ運転をする自動車が見受けられた。

③追突事故—キャッシュカードをゲート直前に差し込もうとして、急な減速をしたために追突事故が数件発生した。

こういった問題に海外では、①車載器を覆い隠す付属品の開発、②規制時間終了間際での警察による交通整理、などの対応策をとっている。

III 混雑税による分析

実際に、混雑税をモデルに当てはめる前に私たちは以下のことを明らかにする。

1：需要曲線

道路を利用する人の需要は交通に要する費用が高ければ高いほど低くなり、費用が少なければ大きくなる。よって、道路に対する運転者の需要曲線は図のように右肩下がりになる。個人が道路を利用して得られる利益は私的便益といわれ、ある交通量に対応する需要曲線の高さは道路利用者の支払い意思額となる。

2：費用曲線（供給曲線）

費用曲線は運転者が道路利用にかかる費用を表している。費用曲線は交通量の増加とともに上昇するが、混雑が発生するまでの間、費用は一定となる。ではなぜ混雑が発生すると費用曲線が右肩上がりになるのであろうか。結論から言うと、そこには時間費用が発生しているからである。時間費用とは機会費用のことである。ある区間を通過するのにかかる時間が、混雑がない場合と混雑がある場合で余分にかかる時間に貸金率などをかけた費用である。混雑があるときその時間費用が発生するために費用曲線は混雑発生時から右肩上がりになる。

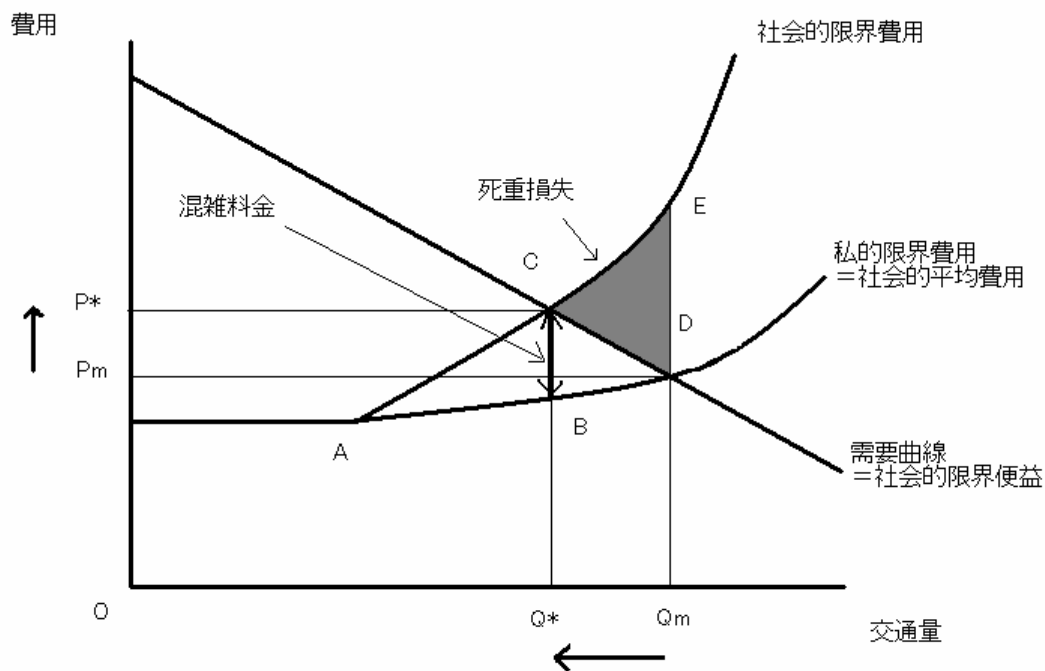
3：一般化交通費用

交通費用には燃料などの金銭的走行費用と時間費用があり、一般化交通費用とはその二つを足し合わせたものである。一般化交通費用はある程度までは時間費用が変わらないので一定であり、上述したように混雑が始まるとそれは上昇する。この費用は個々の運転者が負担する費用であり、その意味で私的費用である。そしてこの費用は同時に走行しているすべての車が同額を負担しているので交通量全体の立場から見ると社会的平均費用としての性格をも併せ持つ。

4：社会的限界費用

混雑が生じている状態で交通量が一台増加したときの社会的総費用の変化は、社会的限界費用と呼ばれる。社会的限界費用とは、私的限界費用に外部費用を加えたものであり、今回は外部費用として混雑費用と二酸化炭素排出による環境外部性の二つを例にとって考えてみた。

$$\boxed{\text{社会的限界費用} = \text{私的限界費用} + \text{外部費用}}$$



IV データを使ったモデル分析

ではこれからは実際に数値を用いて、名古屋市における混雑料金導入の効果を考察していく。その目的は最適な混雑税の課金料金を算出することである。手順としては、まず私的限界費用曲線を、次に需要曲線を求め、最後に社会的限界費用曲線を求める。そして社会的限界費用と需要曲線との交点における社会的限界費用と私的限界費用の差額を算出する。つまりそれが最適な混雑料金を求めることになるのである。

名古屋市における混雑税の導入 範囲の特定

まず混雑料金が効果的に導入できるモデル範囲を特定しなければならない。そこで我々は名古屋市の中でも特に渋滞の激しい国道 1、19、22、41 号線を含む 2 環内直轄国道に着目した。その中でも国道 41 号線と国道 1 号線の交差する松田橋と、国道 41 号線上の黒川、国道 22 号線上の康生通二、国道 1 合線上の昭和橋通三地区の 4 つの交差点を結んだ範囲を混雑税の導入対象地域とする。この範囲は名古屋駅前や名古屋城などを含む地域であり、名古屋市の中でも中心的な地域で他の区域からの車の流入も多く、慢性的な交通渋滞に悩まされている。また、この辺りは地下鉄などの公共交通機関も発達しており、混雑税による公共交通機関への移行がしやすく、海外の事例と比較してみても混雑税を導入すること

によって大きな効果が期待できると考えたためである。



Yahoo! 地図情報

A 私的限界費用曲線の算出

私的限界費用の算出に関して私たちは「時間価値原単位および走行経費原単位（平成十五年価格）の算出方法」を参考にする。そして私的限界費用曲線を求めるには以下の手順を行う。

1. 自動車の時速と一台にかかる交通費の関係を求める
 2. 時速と交通量の関係のある数式を用いて求める
 3. 1と2から交通費と交通量の関係を求める
-
1. 時速と一台あたりの交通費を求めるに当たっては「時間価値原単位および走行経費原単位（平成十五年価格）の算出方法」によるデータを参考にする。以下の表は1 kmを

ある時速で通過するのにかかる 1 台当たりの交通費用（単位:円）である。

時速(km/h)	総交通費用(円)
5	1105.2
10	500.1
15	321.36
20	236.37
25	186.792
30	154.36
35	131.5029
40	114.9627
45	102.1733
50	92.004
55	83.73818
60	76.91

そして今回、私達が考える名古屋のモデル地区を囲む道路距離は全部で 20 km であるため、各々の時速における交通費用を 20 倍する。その結果、上の表は以下の通りになる。

時速(km/h)	総交通費用(円)
5	22104
10	10002
15	6427.2
20	4727.4
25	3735.84
30	3087.2
35	2630.057
40	2299.253
45	2043.467
50	1840.08
55	1674.764
60	1538.2

2. 次に交通量と時速の関係を使い、交通量と交通費用の関係を求める。

一時間当たりの交通量と時速の関係には次のような式が成り立つ。

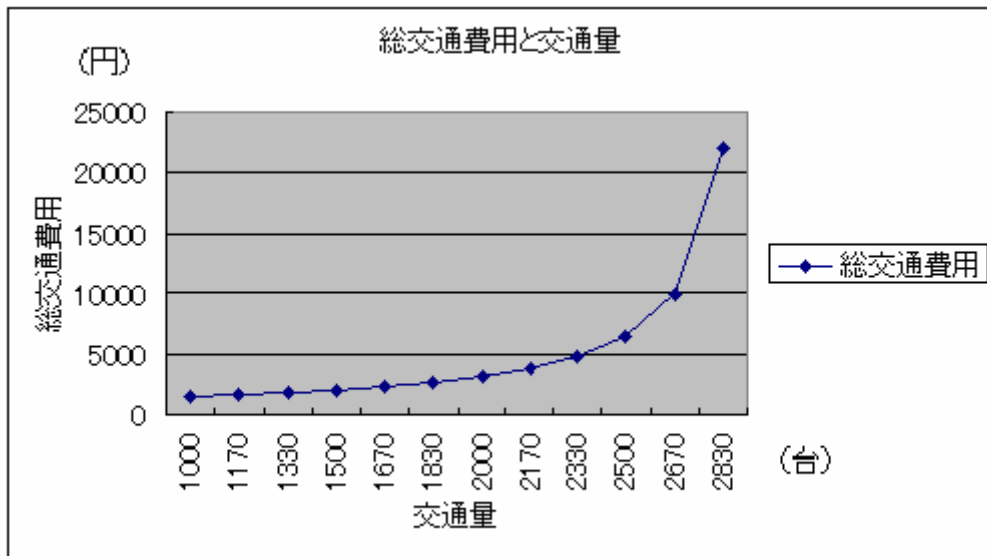
$$\text{(速度)} = 89.8 - 0.001265 \times \text{(交通量)}$$

この関係式に各々の時速を当てはめることにより、それに対応した交通量が算出される。ただし、数値を見やすくするため算出された交通量は一の位で四捨五入した。

交通量(台)	時速(km/h)
1000	60
1170	55
1330	50
1500	45
1670	40
1830	35
2000	30
2170	25
2330	20
2500	15
2670	10
2830	5

3. 1より速度と交通費用の関係を求め、2より速度と交通量の関係を求めた。そこで各々の速度に対応した交通費用と交通量の関係を以下の表に表す事が出来る。

交通量(台)	総交通費用(円)
1000	1538.2
1170	1674.764
1330	1840.08
1500	2043.467
1670	2299.253
1830	2630.057
2000	3087.2
2170	3735.84
2330	4727.4
2500	6427.2
2670	10002
2830	22104



上の表の値をグラフに表すとこのようになった。そして、これが私たちの考える私的限界費用曲線である。

B 需要曲線の算出

「交通混雑の経済分析（山田浩之著）」によれば、交通需要関数は一般に交通量 Q に関する減少関数として扱われている。さらに、以下のように線形の交通需要関数が仮定されている。

$$P(Q) = \alpha - \beta Q$$

さらに著者は β の算出方法を以下のように式を設定している。

$$P = 0.2588 \beta Q$$

ここで使われている **0.2588** は阪神高速道路堺線の「道路利用料金に対する交通量の弾性値」のことである。それを使っている理由としては流入需要交通量に対する値は一般的に実際の道路網においては観測不可能な値であるため、ここでは代替的な値として使われている。私たちはこの β の値を求めるために名古屋高速道路の交通量と交通料金を用いた。

$$P = 750$$

$$Q = 3129$$

これを上の式に代入してみると、 $\beta = 0.926$ となる。

つまりこれが需要曲線の傾きとなるのであるが、一方の α を求めるためのデータは膨大なものになってしまうため、私たちは、次のように算出する。

モデル地域（国道1号、19号、22号、41号線）の1時間における平均的な交通量(自動車台数)を求める。それに使うデータは、各々の国道の24時間の平均的な交通量である。各々のデータは以下のようなものである。(単位:台数)

国道1号：39300 国道19号：57300 国道22号：73400 国道41号：58800

よってこれを足し合わせ、国道の本数と24時間で割ることで、一時間の平均的な交通量を算出する。

$$(39300+57300+73400+58800)/(4 \cdot 24)=2383.333 \text{ (台)}$$

これを上の交通量と交通費用の関係表に当てはめてみると、この場合における私的限界費用は4800円になる。

それゆえ α は以下のように算出できる

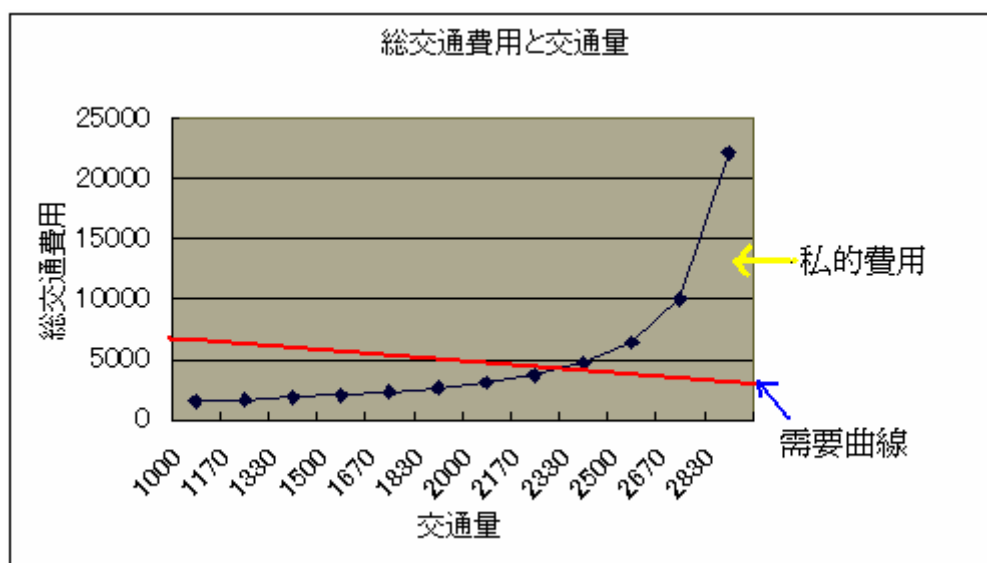
$$4800 = \alpha - 0.926 \times 2383$$

$$\alpha = 7006.658$$

以上より α と β が算出されてことにより需要曲線の式は次のように書ける。

$$P(Q) = 7006.658 - 0.926Q$$

この需要曲線と私的限界費用の関係図は下図のように表される。



C 社会的限界費用曲線の算出

今までに私達は私的限界費用と需要曲線を求めてきた。しかし上のグラフの私的限界費用と需要曲線の交点があくまでも私的最適点である。実際混雑が発生している場合、交通量が増加することによって同時に走行している他の自動車の速度を低下させる外部不経済が生じており、すでにみた混雑料金が発生している。また、混雑によって発生する二酸化炭素も外部費用として社会的限界費用に計上する。

では実際に社会的費用を求めてみる。まず、もう一度今まで使った、1台の自動車がある速度において1km走行するのにかかる総交通費用（私的限界費用）とその時の交通状況における交通量を確認する。

速度(km/h)	交通量(台)	私的限界費用(円)
5	2830	22104
10	2670	10002
15	2500	6427
20	2330	4727
25	2170	3736
30	2000	3087
35	1830	2630
40	1670	2300
45	1500	2043
50	1330	1840
55	1170	1675
60	1000	1538

次に上の総交通量を小型車と大型車で分ける。国土交通省によると、愛知県豊田市における大型車と小型車の割合は1:6.6なので、それぞれの速度における総交通量の内訳は以下のようなになる。

小型車(台)	大型車(台)
2458	372
2319	351
2171	329
2023	307
1884	286
1737	263
1589	241
1450	220
1303	197
1155	175
1016	154
868	132

続いてそれぞれの時速で1 kmを走る場合の小型車と大型車の1台分のCO₂排出量は以下のデータに表す。(国土交通省道路企画課および都市・地域整備局街路課通達のデータ)

速度(km/h)	小型車の排出量(g)	大型車の排出量(g)
5	0.5	2
10	0.31	1.67
15	0.266	1.316
20	0.229	1.133
25	0.204	1.042
30	0.186	0.963
35	0.172	0.894
40	0.161	0.836
45	0.156	0.786
50	0.151	0.736
55	0.146	0.711
60	0.141	0.7

よって、モデル地域を走行する小型車と大型車のある速度における二酸化炭素の総排出量を求めるには、次のように計算すればよい。

CO₂の総排出量 = ある時速で1 kmを走行する1台分のCO₂排出量 × 20 km (モデル地域の走行距離) × その状況下での交通量

その結果は以下の表にまとめる。

速度と小型車・大型車の二酸化炭素排出量の関係

速度(km/h)	モデル地域の小型車の排出総量(g)	モデル地域の大型車の排出総量(g)
5	24580	14880
10	14377.8	11723.4
15	11549.72	8659.28
20	9265.34	6956.62
25	7686.72	5960.24
30	6461.64	5065.38
35	5466.16	4309.08
40	4669	3678.4
45	4065.36	3096.84
50	3488.1	2576
55	2966.72	2189.88
60	2447.76	1848

また、小型車と大型車の両方を足し合わせた総排出量は以下のようなになる。

速度と二酸化炭素排出の関係

速度(km/h)	モデル地域の総排出量(g)
5	39460
10	26101
15	20209
20	16222
25	13647
30	11527
35	9775
40	8347
45	7162
50	6064
55	5157
60	4296

そして、世界銀行によると、炭素 1 t 当たりに対して 600 円というレートを定めている。そうすると二酸化炭素 1 g 当たりのレートは 0.0006 円になる。よってこの値を利用して、それぞれの時速で走る場合においてどれだけ課金すればよいかを次のように算出する。

課金額 = 0.0006 (円) × 各々の時速におけるモデル地域の CO₂ 総排出量 (g)

それぞれの時速における課金額は以下の表にまとめる。

速度 (km/h)	課金額 (円)
5	23.676
10	15.6606
15	12.1254
20	9.7332
25	8.1882
30	6.9162
35	5.865
40	5.0082
45	4.2972
50	3.6384
55	3.0942
60	2.5776

以上より、先ほど見た総交通費用には上の表の課金が行なわれることとなり、その結果以下のようなになる。この各々の速度における課金額を速度における私的限界費用に足し合わせると、以下の表にまとめることができる。

速度(km/h)	総交通費用+課金額(円)
5	22127.676
10	10017.6606
15	6439.1254
20	4736.7332
25	3744.1882
30	3093.9162
35	2635.865
40	2305.0082
45	2047.2972
50	1843.6384
55	1678.0942
60	1540.5776

このデータが、私的限界費用に、CO₂による外部性を内部化させた交通費用である。ここで注意しなければいけないのがCO₂による外部性は内部化してあるが、混雑による外部不経済は内部化されていないということである。したがってこれからこの混雑による外部不経済を内部化することにする。

今、モデル地域1kmにおける渋滞損失額は1年間に58億7100万円となっている。(国土交通省道路局調べ)これを一時間当たりになると67万205円である。今モデル地域は20kmなので、この値を20倍すると1340万4100円となる。

そして、モデル地域の平均的な交通量は2383台なので、一人当たりの混雑外部性と私的限界費用を足し合わせた総費用は以下のように求めることができる。

$$1340万4100円 \div 2383台 = 5624円$$

つまり、これがモデル地域を走行する時に一人あたりが負担する私的限界費用と混雑外部不経済を足し合わせた費用となるのである。

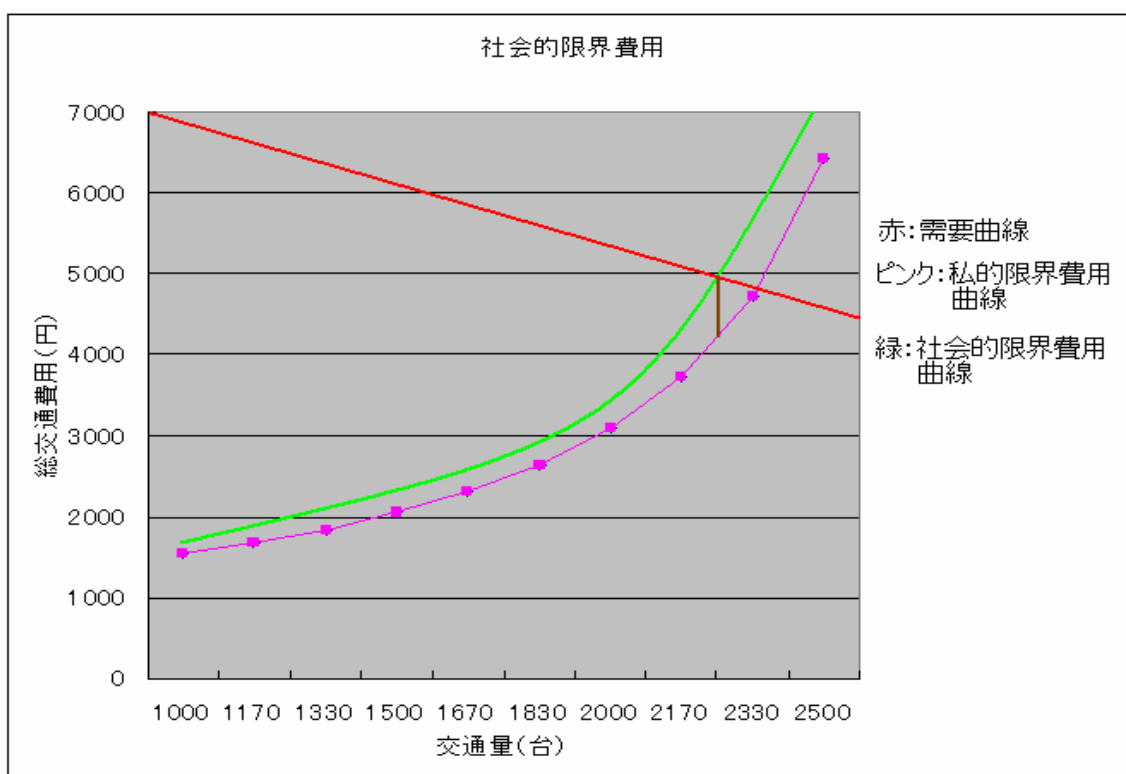
なので、この値から現状の私的限界費用を差し引けば混雑外部不経済の値がでる。先ほども述べたが、現在のモデル地域を走行するとき一人あたりが負担する私的限界費用は4800円であったから、5624円からこの値を差し引くと

$$5624 \text{ 円} - 4800 \text{ 円} = 824 \text{ 円}$$

となる。よって、これをさらに課税金額に足し合わせることで、混雑外部性が内部化されると私たちは考えた。以下の算出方法で現在の社会的限界費用を求める。ちなみにこの社会的限界費用はモデル地域を時速 18.6 k mで一時間走行するときに発生する費用である。

$$\begin{aligned} \text{社会的限界費用} &= 4800 \text{ 円 (現在の私的限界費用)} + 10 \text{ 円 (現在の時速 18.6 k mで走行する} \\ &\quad \text{場合に排出する CO2の量に対する課金額)} + 824 \text{ 円 (現在の速度の場合に発生する混雑外部不経済に対する課金額)} \\ &= 5634 \text{ 円} \end{aligned}$$

この値を通るように混雑外部不経済も内部化した社会的限界費用曲線をおおよその割合でグラフに書き加えると以下のようなグラフになる。



よってグラフから分かることは、外部性を考えなかった場合の交通量が 2383 台であったのに対し、CO2のよる外部性や混雑による外部不経済を考慮に入れると、おおよそ 2250 台になる。そして、その時の交通量における私的限界費用と社会的限界費用の差がロードプライシングによって課税する金額となる。その金額はおおよそ 769 円である。また、交通速度は時速 18.6 k mから時速 22.5 k mまで上がることになる。

この結果から、769 円の課金をこの地域で行うことで、一時間当たりの自動車の交通量が大型車、小型車合わせて 133 台減るということが分かり、一年間なら約 1165000 台減らせることが分かる。

またこれをCO₂削減量で見ると、5%のCO₂を削減することができることがわかった。

結論

名古屋都市圏における交通渋滞の緩和は、単に公共交通機関へのシフトを意味するものではなく、同時に二酸化炭素の排出削減、さらに自動車産業のリーディング都市でもある名古屋圏にクリーンなイメージと活性化を促す。本論ではどのようにシフトしていくかという点よりも、渋滞を緩和することによって自ずと公共交通機関へのシフトが行われていくだろうという仮定のもと話を進めた。

データ分析を通じて我々は、外部性を考慮した場合における社会的最適な交通量に近づけるために、域内交通に対して 769 円の課税を行うという結論に至った。これにより、混雑税導入以前よりも平均交通速度にして時速約 3.9 キロの向上、5%の二酸化炭素排出を削減することが可能である。

無論今回の推論は施行段階にまで進んでいるというものではなく、あくまで実態を把握し、現状と照らし合わせた際に起こりうる結果と考えるものである。物理的現実性を視野に入れるならば、今回の我々が導き出した推論は多少なりとも変化するであろうし、裏を返せばこれ以上の効果を生み出していくことになるかもしれない。しかし、今回の名古屋市における混雑税の導入は地域の特性を活かしたものであり、渋滞緩和、経済効果、環境保全の三点を満たす対策であるといえる。

また事例は異なるが、もし、今回の課税が名古屋都市圏で試行され、予想されるだけの利益と公共交通機関への移行を生み出すならば、東京都市圏やその他の渋滞混雑地域にも

適用していくことが出来るのではないかと私たちは考え、期待する。

参考文献

「交通混雑の経済分析—ロードプライシング研究」 山田浩之 勁草書房

「交通混雑の理論と政策：時間・都市空間・ネットワーク」 文世一 東洋経済新報社,

「都市交通問題の処方箋」 都市交通適正化研究会 大成出版社

道路交通センサス

自動車交通局HP <http://www.mlit.go.jp/jidosha/roadtransport.htm>

旅客地域流動調査 <http://toukei.mlit.go.jp/ryuudou/ryuudou.html>

中京都市圏パーソントリップ調査

<http://www.pref.gifu.lg.jp/pref/s11654/toshikoutuu/sub1.htm>

国土交通省HP <http://www.mlit.go.jp/>

名古屋市HP <http://www.city.nagoya.jp/>

高速自動車国道の将来交通量推計手法説明資料

<http://www.mlit.go.jp/road/4kou-mine/pdf/2003/1128/sankou/pdf>

直轄国道業績計画書

<http://www.cbr.mlit.go.jp/meikoku/torikumi/kokudou/navi/gyouseki.pdf>

いきいき愛知スムーズロード

<http://www.cbr.mlit.go.jp/meikoku/pdf/180630.pdf>

あいちの環境

<http://www.pref.aichi.jp/kankyo/>

道路 IR サイト

<http://www.cbr.mlit.go.jp/aikoku/ir/index.html>

TDM社会実験にともなう交通量の変化

http://www.mlit.go.jp/kokudokeikaku/souhatu/h17seika/1tuukin/01_toyota_08honpen6.pdf

東京都環境局

<http://www.kankyo.metro.tokyo.jp/>

大野川大橋有料道路社会実験における CO₂ 排出量の抑制効果

<http://www.oita-ct.ac.jp/w3syomu/tosyo/kiyou/PDF/no42p41.pdf>