

オスロ都市圏における道路課金制度と温暖化への影響

山下, 潤
九州大学大学院比較社会文化学府地域構造講座

<https://doi.org/10.15017/13997>

出版情報：比較社会文化. 15, pp.75-80, 2009-03-25. Graduate School of Social and Cultural Studies, Kyushu University
バージョン：
権利関係：



オスロ都市圏における 道路課金制度と温暖化への影響

The road toll system and its effects on global warming in Oslo urban area

山 下 潤*

Jun YAMASHITA

2008年11月18日受付, 2008年12月24日受理

Abstract

Congestion charges or taxes, and construction of the compact city are some of the urban policy measures to create eco-friendly cities. The present study addressed influences of such congestion charges and urban form to reduction in environmental loads like greenhouse gas emission. To attain this purpose, this study examined changes in the number of cars passed through toll gates after the establishment of road toll system in Oslo urban area, Norway. This study also scrutinized a relationship between urban form and carbon dioxide emission. As results, it is shown that both increasing number of cars even after the start of road tolling and the unchanged urban form in Oslo urban area brought no change in commuting patterns, and in turn, such no change caused increase in carbon dioxide emission. It is, therefore, concluded that no change in commuting patterns and centralised urban form could lead to more emission of greenhouse gases.

キーワード：持続可能な都市, 渋滞課金・税, 温室効果ガス, 二酸化炭素, 都市形態

Keywords : sustainable cities, congestion charge/tax, greenhouse gas, carbon dioxide, urban form

1 はじめに

自動車利用の拡大にともない、運輸部門での温室効果ガス (GHG) の排出増加が世界各国で大きな社会的問題となっているが、当該部門での GHG 排出抑制の一手段として渋滞税・課金の導入が各国で検討されている。主に通勤・通学にともなって平日の朝夕に増大する自動車交通量が都心部とその周辺部で渋滞を発生させている。渋滞発生にともなう走行速度の低下が燃料消費量の増大、ひいては GHG 排出量の増大につながるとともに、渋滞に付随する騒音・大気汚染等によって、これら地域での生活環境の質を低下させている。このため、都心部やその周辺部への流入・通過車両に対して課金・課税することにより、朝夕のピーク時もしくは平日全日の自動車交通量を削減しようとする制度が渋滞税・課金制度である。すでにロンドンとストックホルムで渋滞税・課金制度が導入されており、自動車

利用の抑制による GHG 排出削減、騒音・大気汚染物質排出量や交通事故発生数の減少などの効果があることが報じられている (City of Stockholm, 2006; Transport for London, 2007; Stockholms Stad, 2008)。

他方、都市構造をよりコンパクトな形態へ変えることで自動車からの GHG 排出を削減しようとする施策もある。これは、都市の外延拡大により、郊外人口が増大する一方で、これらの人口が移動手段として主に自動車に依存するようになったことから、GHG 排出量を増加させたことに焦点をあてた施策といえる。郊外化による自動車エネルギー消費量の増大に関しては、Newton and Kenworthy (1989) を嚆矢として国内外で研究がすすめられ、市街地の人口密度と自動車の燃料消費量に負の相関があることが明らかにされている (谷口他, 1999)。この知見にもとづき、都市構造をよりコンパクト化する試みがなされている。

このように 1 都市の構造をコンパクト化するという施策

の方向性が示される一方で、都市圏に関しては、1都市圏内の中心的な業務地区であるセンターから圏域の周辺・郊外に立地するサブセンターへ通勤流動を分散させることでGHG排出を抑制するという方向性も示されている。このような考え方方は、第4次首都圏基本計画で示された業務核都市の思想と軌を一にする。このような多極分散型の都市建設思想に関して、郊外にサブセンターが立地した場合、通勤流動はセンターよりもサブセンターを嗜好することが欧米の研究で明らかにされる一方で(Anderson et al, 1996),このような多極分散型の都市圏構造がGHG削減につながることも示されている(明石・室町, 2007; 山下, 2008)。

このように従来の研究では、環境負荷を軽減させるための地域政策として課金・課税と都市構造の変容を個々に扱っているが、いずれの政策がより環境負荷の軽減に影響を与えていたか十分に解明されているとは言い難い。このような現状に鑑み、本稿では、課金・課税制度が環境負荷の軽減をもたらしたか、さらに、都市の構造変化がGHG排出へ影響を与えたかを検討することを目的とする。

以上の研究目的を踏まえて次章で、道路課金・税制度と都市構造の変化による温室効果ガスの排出量へ影響を検討するための方法とデータを示すとともに研究対象地域であるオスロ都市圏について概説する。つづく3章で、当該都市圏の道路課金・課税政策について概観した後、上述した分析にもとづく結果を4章で示す。最後に5章で、本研究での結果を検討し、6章で、今後の課題について若干触れる。

2 研究方法とデータ

本章では、分析に用いた方法とデータ、ならびに研究対象地域の概観を示す。

2-1 研究方法

上述した目的を明らかにするため、以下の手法を用いた。まず後述するオスロ都市圏の徴収ゲートを通過した車両のデータと、運輸部門のGHG排出量のデータを用いて、道路課金・課税による交通量への影響を明らかにする。ついで都市構造の変化に関しては、2000年と2005年の16歳以上の通勤流動データをもとに、居住地で集計された人口(夜間人口)と就業地で集計された人口(昼間人口)を算出し、これらを各コムニーンの面積で除することで求めた夜間人口密度と昼間人口密度を、以下の式で示されるクラークモデルに代入することでオスロ都市圏の人口分布状況を把握する。

$$D_x = D_0 e^{-bx}$$

ここで D_x : 都心から距離 x 地点の(従業)人口密度; D_0 : 都心の(従業)人口密度; b : 距離減衰パラメータ; x : 都心からの距離。

さらに各コムニーン間に通勤流動データに距離を乗じることで算出される総輸送費を独立変数とし、運輸部門のCO₂排出量を従属変数とする回帰分析を行い、都市構造と環境負荷との関係を定量的に検討する。

2-2 データ

徴収ゲートの日平均通行量に関しては、徴収ゲートを通過する際の通行料を徴収する組織として、オスロ都市圏を構成するオスロ市とアーケルフス県(Akerhus fylkeskommune)がそれぞれ60%と40%出資することで設立されたFjellinjen社の資料を用いた¹⁾。

都市構造の変化を明らかにする際、ノルウェー中央統計局が作成した2000年と2005年のオスロ市とアーケルフス県下の41コムニーンで構成されるオスロ都市圏における16歳以上の41コムニーン間の通勤流動データを用いた。

また通勤流動量データの制約から、ノルウェー中央統計局が作成したオスロ都市圏下41コムニーンにおける5か年(1991, 1995, 2000, 2005, 2006年)の運輸部門CO₂排出量のうち、2000年と2005年のみを用いて、都市構造の変化による環境への影響を明らかにした。

2-3 研究対象地域

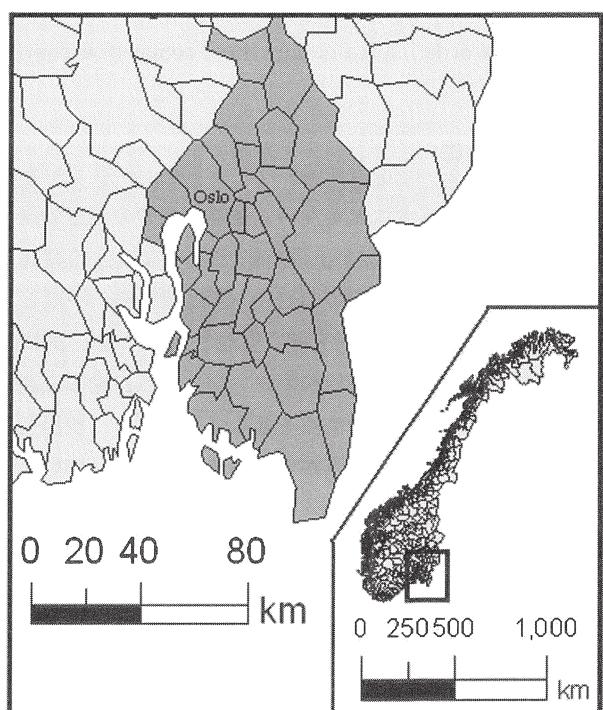


図1 研究対象地域

研究対象地域は、後述する道路課金制度を1990年に導入したノルウェーのオスロ都市圏下にある41コミューンである（図1）。都市圏全体の人口は約104万（2006年現在）であるが、県域における夜間人口の約42%、昼間人口の約56%（2000年現在）が中心都市であるオスロ市に集中し、近年この傾向は強まっている。このような夜間・昼間人口の差は、周辺自治体からオスロ市へ通勤流動の転入超過がみられることを意味する。

3 道路課金制度の概要

オスロ都市圏では、19箇所の通過ゲートからなるオスロトールリングと称される道路課金制度が導入されている（図2）²⁾。英・矢島（2008）が課金制度について詳論しており、本稿では詳述しないが、2007年までの導入期間は、第1期（1990～2001年）のOslopakke 1と、公共交通施設のさらなる整備を目的として、自動車利用者だけでなく、公共交通の利用者に対しても運賃に上乗せするかたちで課金するようになった第2期（2001～2007年）のOslopakke 2の二期に分けられている。第1期開始当初は重量3.5t

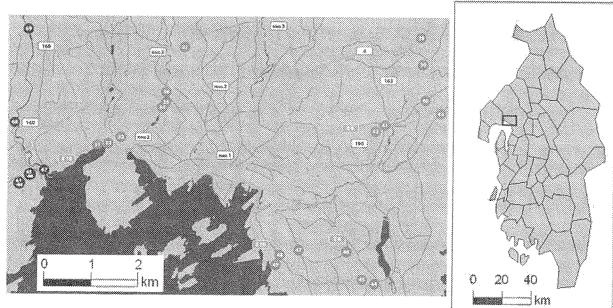


図2 オスロ市周辺の徴収ゲート
(Fjellinjen社の資料による)
注：白抜き番号31～49が徴収ゲート



図3 徴収ゲート直前の課金を示す道路標識
(2007年9月撮影)

以下の車両に対して11NOK（1 NOK=約23円、1990年当時）が課金されていたが、第2期末には同種の車両に対して20NOK（1 NOK=約20円、2007年）が、3.5t以上の車両に対して40NOKが徴収された（図3）。

オスロトールリングでは、日本の高速道路や一般有料道路と同様に、道路建設・維持の財源の一部を確保する目的で、受益者負担の原則にもとづき道路利用者に課金されている³⁾。ただし、日本の高速道路が出発地のインターチェンジから到着地のインターチェンジ間の料金を支払うクローズドシステムであるのに対して、オスロトールリングでは通過する全車両に対して課金するオープンシステムを採用している点で両者は異なる（図4）。



図4 徴収ゲートでの通過量の徴収状況
(2007年9月撮影)

4 研究結果

4-1 徴収ゲート通過量の変化

1日平均の徴収ゲート通過台数をみると、通勤流動への道路課金の影響がほとんどないことがわかる（表1）。1990年のOslopakke 1の実施以降、1991～1993年に徴収ゲート通過量は1990年比で0.7～2.0%減少しているが、1994年以降は増加に転じている。さらに2001年のOslopakke 2の実施にともない、道路利用者に対して2 NOKが加算されたにもかかわらず、2001年の通過量は2000年よりも増加しており、課金による影響はほとんどなかったといえる。また1994年以降の通過量の増大にほぼ比例するかたちで、運輸部門のCO₂排出量も増加していることがわかる。

4-2 地域構造の変化

夜間・昼間人口密度をクラークモデルに適用した結果、2000～2005年間で夜間人口が郊外化している一方で、昼間人口が中心都市であるオスロ市に集中し、両者の分布の差が拡大していることがわかる（表2）。また夜間・昼間人口

表1 オスロ都市圏での交通量とCO₂排出量の変化
(1990~2007年)

年	1日平均 自動車 通過台数	増加率 (1990年 =100.0)	オスロ都市圏での 運輸部門のCO ₂ 排出量 (千t)	増加率 (1991年 =100.0)
1990	208,543	100.0		
1991	204,387	98.0	1,868	100.0
1992	204,420	98.0		
1993	207,025	99.3		
1994	212,555	101.9		
1995	218,758	104.9	2,028	108.6
1996	225,967	108.4		
1997	233,927	112.2		
1998	240,630	115.4		
1999	237,642	114.0		
2000	240,451	115.3	2,176	116.5
2001	243,761	116.9		
2002	244,118	117.1		
2003	245,199	117.6		
2004	248,223	119.0		
2005	252,604	121.1	2,515	134.6
2006	254,230	121.9	2,572	137.7
2007	260,897	125.1		

(Fjellinjen 社とノルウェー中央統計局の資料による)

密度とも傾きは0.03前後で距離減衰効果は低く、オスロ都市圏全域に人口が分散していることもわかる。一方2か年を通じて、決定係数は1%水準で有意であり、クラークモデルはこれらの人口分布をよく説明しているといえる。

距離減衰パラメータ(*b*)の変化に着目すると、夜間人口は2000~2005年間で値が減少しており、夜間人口が郊外へ分散しているのに対して、昼間人口に関しては値が増加しており、中心市であるオスロ市へ従業人口が集中していることを示している。このことは、昼間人口の分布と夜間人口の分布の差が拡大していることを意味し、分布差の拡大にともない、通勤流動が増大していることが予想される。

表2 クラークモデルの適用結果

夜間人口密度		昼間人口密度	
2000年	2005年	2000年	2005年
<i>b</i>	3.07E-02*	3.05E-02*	2.92E-02*
<i>R</i> ²	0.315*	0.312*	0.223*

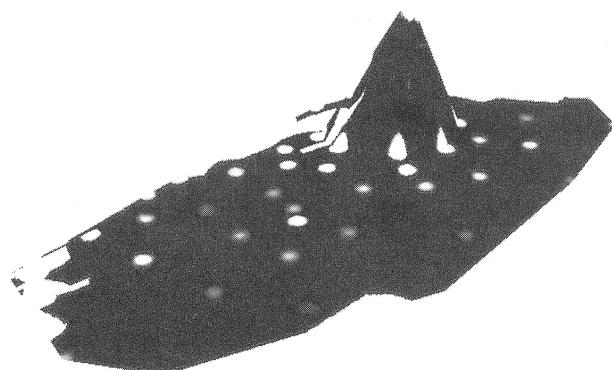
* 1%水準で統計的に有意

図5は研究対象地域の南東方向から2000年の昼間人口密度の分布を示したものである。この図からも、中心都市であるオスロ市への従業人口の集中が卓越し、一極集中型の都市構造を呈していることがわかる。

4-3 交通流動とCO₂排出の関係

回帰分析を用いて、交通流動の変動とCO₂排出量の変動の関係を検討する。ここでは、従属変数として、2000年

図5 昼間人口密度 (2000年)



と2005年の運輸部門におけるCO₂排出量を用いた。一方独立変数は、2000年と2005年における2コミューン間の通勤流動量に距離を乗じた、次式で示される輸送費(*C_i*)である。

$$C_i = [(\sum_j T_{ij} \cdot D_{ij}) - T_{ii} \cdot D_{ii}]$$

ここで、*T_{ij}*：発地*i*着地*j*間の通勤流動量(人)

D_{ij}：発地*i*着地*j*間の距離(km)

i=1, 2, ..., 41; *j*=1, 2, ..., 41であり、*i*と*j*は41コミューンをあらわす。

なお距離*D_{ij}*を各コミューンの道路距離で測定した。

2000年、2005年ともに単回帰式の説明率は高く、各々68.3%と78.6%であり、すべて1%水準で統計的に有意である(表3)。さらに回帰係数は正であり、輸送費の増加がCO₂排出量の増加をもたらすことを示している。

輸送費と昼間人口の変化をみると、2000~2005年間の輸送費の伸びが昼間人口の伸びを上回っているが、このことは、上述したオスロ市への一極集中の強化と、夜間人口の郊外化に関係していると推測される(表4)。コムーン間の距離は2000年と2005年で変化が無く、オスロ大都市圏内で昼間人口が1.6%増加した場合、輸送費も同様に増加すると考えられるが、2000~2005年の間に輸送費は4.2%増加し、昼間人口の増加分を上回っていることから、一極集中構造が強化されたことが、昼間人口の増分を上回る輸送費の増加を生んだ原因であると考えられる。したがってオスロ都市圏では、自動車燃料消費を抑制すると考えられている多極分散型の構造へとその都市構造を改変できず、一極集中型の都市構造を温存させたことがGHG排出の増大を生んだと推論できる。

表3 回帰分析の結果 (2000・2005年)

	2000年	2005年
<i>b</i>	6.25E-04*	5.87E-04*
<i>R</i> ²	0.683*	0.786*

* 1%水準で統計的に有意

表4 輸送費と昼間人口の変化（2000・2005年）

	2000年	2005年
輸送費(人・km) (2000年=100)	6,506,472 (100.0)	6,776,724 (104.2)
昼間人口(人) (2000年=100)	630,440 (100.0)	640,222 (101.6)

5 考察

ここでは、オスロ都市圏の道路課金制度と、ストックホルム都市圏で導入された渋滞税を比較することで、渋滞課金・税制度のCO₂削減への影響を検討する。2006年1月3日から同年7月31日まで実施された社会実験(Stockholmsförsöket)を経て、2007年8月1日から恒久的に渋滞税がストックホルム市中心部で導入された。土曜・日曜・祝日・祝前日と7月全日を除く平日の午前6:30から午後6:29までに、課税対象地域であるストックホルム市中心部を通過した車両に対して、10~20SEK(1 SEK≈20円)が18の微収ゲートで課税される。朝晩のラッシュ時において課金額が高く設定されており、一日の最大微収額は60SEKである。

渋滞税の課税以降、課税対象地域への自動車利用は年々減少しており、それに代わって、公共交通機関の利用者が増加していることがわかる(図6)。このような自動車の利用抑制により、CO₂排出だけではなく、NOx, SOxといった大気汚染物質の排出が抑制されており、渋滞税導入による温室効果抑制の効果が認められている(City of Stockholm and Stockholm and Uppsala County Air Quality Associations, 2006)。ストックホルム都市圏の渋滞税制度と比較すると、オスロ都市圏では、週7日、一日24時間に同額が課金されていたことから、特にピーク時に

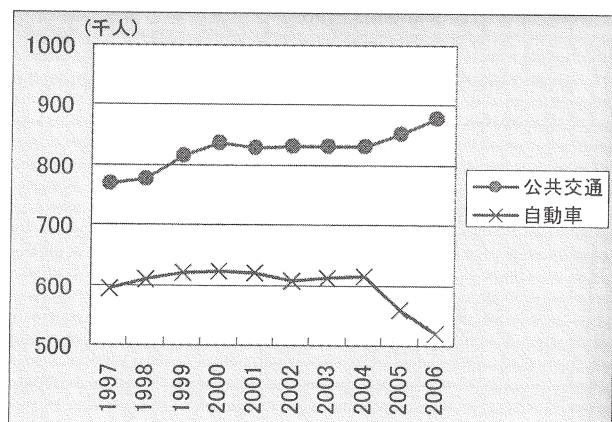


図6 ストックホルム市中心部へ流入する自動車・公共交通利用者の推移（1997~2006年）
(ストックホルム県の資料による)

表5 全通過車両にしめる免税車両・低公害車の割合

(2007年8月~2008年5月)

年月	全免税車両の割合(%)	低公害車の割合(%)
2007年8月	24	8
2007年9月	24	8
2007年10月	24	9
2007年11月	24	9
2007年12月	24	9
2008年1月	24	10
2008年2月	25	10
2008年3月	25	10
2008年4月	25	11
2008年5月	26	11

(スウェーデン道路庁の資料をもとに作成)

おいての運転者が自動車利用を抑制しようとするインセンティブが働きにくい道路課金制度になっていたため、結果として通過量が減少しなかったと推測される。

このようなピーク時と非ピーク時での差別的な課税に加えて、ストックホルム都市圏の渋滞税制度では、低公害車への差別的な免税措置もCO₂削減に効果的であったといえる。基本的に課税対象地域を通過する全車両が微収の対象となるが、緊急車両、大型バス、自動二輪、電気自動車、LPG以外のガス燃料で走行する車両、アルコール燃料自動車などの車両が免税対象となっている。このような公共交通機関や低公害車に対する免税措置により、渋滞課税以降、徐々に低公害車の割合が増加しており、渋滞税導入によるCO₂削減効果に加えて、低公害車の増加によるCO₂削減効果が加算されているといえる(表5)。これに対して、オスロ都市圏では、各種のバイオマスから抽出されたエタノールとガソリンの双方を燃料として利用可能なフレックスフェール車の導入率が低いこととも関係し、電気自動車のみが免税対象車となっており、自動車利用者が低公害車を導入しようとするインセンティブを削ぐような免税適用範囲の狭さもオスロ都市圏におけるCO₂削減量の少なさと関係していると考えられる。したがって、環境負荷の軽減を目的として道路課金・税制度を導入し、効率的に交通量を削減するには、ピーク時と非ピーク時の課税額をいかに設定するかや、免税対象車両に何を含めるかなどが課題になるといえる。

6 むすび

本研究では、オスロ都市圏を事例として、道路課金・税制度や都市構造の変化がCO₂排出で代表される環境負荷の軽減に寄与するかを検討したが、研究結果を以下のように

に要約できる。まず当該地域の道路課金制度に関しては、環境負荷軽減への影響がほとんどなかったといえる。このことは、スウェーデンの渋滞税制度で用いられているピーク時での差別的な課税とは異なり、一日を通じて定額が課金されている点と関係していると推測された。さらにオスロトールシステムでは、低公害車への優遇措置等を十分に加味していない点がGHG排出の有効な削減へ結びついていないとも考えられた。

つぎに都市構造の変化と環境負荷の軽減の関係に関しては、2000～2005年間でコムニーン間の通勤流動量に同区間の距離を乗じた輸送費が増加することにより、CO₂排出量が増加していることが観察され、これを、中心市であるオスロ市への従業者数の増加と、郊外化とともにうラウンドコムニーンへの夜間人口の増大によるオスロ市への都市構造の一極集中化にあることを指摘した。このため多極分散型の都市構造を形成できなかったことが環境負荷増大の要因の一つであると推論した。

最後に、今後の課題について若干述べる。本研究では、オスロ市とアーケルフス県を中心として交通計画が策定され、同市・県の出資によって、オスロトールシステムの道路課金を徴収する会社が設立されていたことから、同市・県で構成されるオスロ都市圏で発生する通勤流動を主な指標として、CO₂排出量との関係を検討した。しかし中心市であるオスロ市へ流入する通勤流動は、同市・県以外の県・コムニーンからも発生しており、交通流動と都市構造との関係を明らかにするには、今後これらの県・コムニーンを含むオスロ大都市圏(greater Oslo region)での分析が必要であるといえる。

さらに本研究では、オスロ都市圏下の41コムニーンにおける運輸部門のCO₂排出量を用いて分析を行ったが、より厳密には、通勤者が利用する自家用車や公共交通機関(バス、電車、地下鉄、路面電車)等の交通手段ごとの交通量や速度等を考慮し、交通手段ごとにCO₂排出量を経年的に算出した後に、都市構造の変化と温室効果ガス排出の関係をより直接的に検討する必要があるといえる。したがって交通手段ごとにCO₂排出量を求めるため、今後パーソントリップ調査の内容や、各交通手段の燃料消費量の算出方法等を調査・検討する必要がある。

謝辞

オスロ都市圏の道路課金制度に関して、ノルウェー道路庁のKristian Wærsted, Tom-Alex Hagen, Håkon Sverke Vindenesの諸氏より資料ならびに各種の情報をご提供いただいた。また査読過程で査読者から有益かつ建設的なコメントをいただいた。記してお礼申し上げます。本研究を進めるにあたり、平成19～20年度科学研究費助成金(基盤研究(C)『北欧における持続的発展へむけた地域政策による地域構造

の変動と政策評価に関する研究』課題番号:19520680, 研究代表者:山下 潤)の一部を使用した。

注

- 1) Fjellinjen社による4か年(2002, 2003, 2005, 2007年)の年次報告書(Årsrapport)を用いた。
- 2) <https://www.fjellinjen.no/Passering/Toll-roads/en>
- 3) 先述した渋滞税・課金制度が、ピーク時もしくは全日での自動車流動量の総量規制を目的にしているのに対して、オスロトールリングは通常の道路課金制度と同様に、ピーク時や全日の総量規制を目的としていない。したがって厳密な意味でオスロトールリングを渋滞税・課金制度であると称することはむずかしい。

参考文献

- 明石正人・室町泰徳(2007)メガシティにおける雇用の空間的分散状況が通勤交通と業務効率性に与える影響に関する研究, 日本都市計画学会都市計画論文集, 42-3, 895～900.
- 谷口 守・村川威臣・森田哲夫(1999)個人行動データを用いた都市特性と自動車利用量の関係分析, 日本都市計画学会学術研究論文集, 34, 967～972.
- 英 直彦・矢島 隆(2008)ストックホルムとオスロのロードブレインシング, 交通工学, 43-2, 72～78.
- 山下 潤(2008)ストックホルム大都市圏における都市構造の変化による環境負荷への影響, 比較社会文化, 14, 83～88.
- Anderson, W. P., Kanaroglou, P. S. and Miller, E. J. (1996) Urban form, energy and the environment: A review of issues, evidence and policy, *Urban Studies*, 33-1, 7～35.
- City of Stockholm (2006) *Facts and results from the Stockholm Trials Final version*, City of Stockholm.
- City of Stockholm and Stockholm and Uppsala County Air Quality Associations (2006) *The Stockholm Trial: Effects on Air Quality and Health*, City of Stockholm.
- Newton, P. and Kenworthy, J. (1989) Gasoline consumption and cities: A comparison of U. S. cities with a global survey. *Journal of American Planning Association*, 55, 24～37.
- Stockholms Stad (2008) *Analys av Trafiken i Stockholm October 2007*, Stockholms Stad.
- Transport for London (2007) *Central London Congestion Charging: Impacts monitoring Fifth Annual Report*, Transport for London.