

都市環境が自動車利用を中心とした交通行動に与える影響に関する研究*

An Analysis of the Impact of Built Environment on Car Use and Travel Behavior*

鈴木崇正**・難波孝太***・室町泰徳****

By Takamasa SUZUKI**・Kota NAMBA***・Yasunori MUROMACHI****

1. はじめに

近年の交通機関の発達により人々のモビリティが向上している一方、特に利便性の高い自動車利用が増加することによる環境負荷の増大が懸念されている。化石燃料の枯渇も同時に危惧されていることから、自動車利用を抑制してエネルギー消費量を削減し、環境負荷の低減に寄与しようとする取り組みが数多く検討されている。

これまでの研究においては、都市構造が自動車利用を削減する大きな要因の一つであることが示されてきた。世界46都市を対象とした分析を行ったNewmanら¹⁾は、高密度なアジアやヨーロッパ都市における自動車利用が少ないことを指摘し、都市の高密度化と公共交通機関の利用促進が自動車利用削減と環境負荷低減をもたらすことを述べた。国内においても、仙台²⁾や広島³⁾を対象とした分析において都心集中型都市において交通エネルギー消費量が少ないこと、京阪神都市圏を対象とした分析⁴⁾において高密度地域におけるトリップエネルギーが少ないことなどが示されてきた。また、一般世帯のガソリン購入数量が市街地の形状や交通ネットワークの整備状況、店舗の立地等の影響を受けることも指摘されている⁵⁾。このように、人口密度と自動車利用との関係を分析した研究は数多いが、その背景に存在する因果関係は明らかにされておらず、さらなる研究が必要である。

よりミクロな街区レベルにおいても、都市環境と交通行動間の関係性の存在が指摘されてきた。アメリカ都市を対象とした街区レベルでの分析⁶⁾では、都市環境が交通行動に影響していることが確認されている。また難波ら⁷⁾も神奈川県内におけるアンケート調査を通じ、都市環境が交通手段の選択に影響を与える可能性を指摘した。

*キーワード：都市環境、自動車利用、交通行動

**学生員、工修、東京工業大学大学院総合理工学研究科
人間環境システム専攻（神奈川県横浜市緑区
長津田町4259、TEL045-924-5606、FAX045-924-5574）

***学生員、東京工業大学大学院総合理工学研究科
人間環境システム専攻（神奈川県横浜市緑区
長津田町4259、TEL045-924-5606、FAX045-924-5574）

****正員、工博、東京工業大学大学院総合理工学研究科
人間環境システム専攻（神奈川県横浜市緑区
長津田町4259、TEL045-924-5606、FAX045-924-5574）

特に『アクセシビリティ』と『歩道整備率』の向上によって徒歩や自転車利用が増加する傾向を示している。また、個人のライフスタイルや『歩きやすさ』の感覚が交通行動に影響していることも指摘されていることから、都市環境がこの歩きやすさの感覚に与える影響や、さらにこの感覚が実際の交通行動に及ぼす影響を分析することは、都市環境と交通行動の関係を明かにしていく上で意味のあることと考えられる。歩きやすさは公共交通利用にも大きく影響する⁸⁾ことから、自動車利用削減のための公共交通利用を促進する上でも重要と言える。

本研究では、歩きやすさの感覚を媒体とした都市環境が交通行動に与える影響の因果関係を分析するため、国内の複数の街区を対象として交通行動に関するアンケート調査を実施する。そして図-1のとおり、初めに街区デザインや土地利用が住民の交通に対する感覚に与える影響を分析する。さらにその感覚がどのように実際の自動車利用を中心とした交通行動に反映されているのかを検証し、都市環境と交通行動との関係の検討を行う。

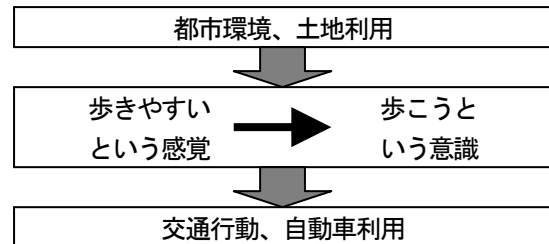


図-1. 歩きやすさ感覚を媒体とした
都市環境と交通行動との関係

2. 既往研究

都市環境と交通行動との関係を分析したCerveroら⁹⁾が整理した都市環境変数を表-1に示す。密度・土地利用の多様性・都市デザインの3要素が交通行動に与える影響を分析したこの研究では、コンパクトで土地の混合利用が進み、歩行者にやさしい都市環境がみられる地域において自動車トリップ数やトリップ距離が抑制される一方徒歩交通が増加していることを指摘している。このうち、アクセシビリティや混合土地利用に対する自動車利用の弾力性は-0.14から-0.27であった。一方都市環境デザイン

ンの観点では、4差路数に対する自動車利用の弾力性が-0.59と比較的強い負の値であった一方、四辺形の街区形状に対する自動車利用の弾力性は0.19~0.46であった。その理由として、規則正しい街路形状が自動車交通流動を助長している可能性があることを指摘している。

表-1. 都市環境変数⁹⁾

| | |
|--------------------|----|
| 1. 密度 | |
| ・人口密度 | |
| ・雇用密度 | |
| ・雇用アクセシビリティ | |
| 2. 土地利用の多様性 | |
| ・混合土地利用 | |
| ・土地利用エントロピー | |
| ・垂直混合度(単一区画内の混合利用) | |
| ・小売店舗の密度および近接性 | など |
| 3. デザイン | |
| ・街路パターン | |
| ・4差路率 | |
| ・高速道路密度 | |
| ・ブロック密度 | |
| ・徒歩・自転車インフラ整備 | など |

Ewingら⁹⁾は、交通行動に対する都市環境の影響を分析したそれまでの既往研究をレビューしている。土地利用の観点からは、混合土地利用や高層建築物がみられる地域における公共交通機関や徒歩・自転車利用の増加が認められたほか、人口密度の高い地域やアクセシビリティの高い地域における自動車利用の低下を指摘している。またいくつかの研究では、雇用密度の高い地域における自動車利用の低下も示されている。交通ネットワークの観点からは、ブロックの小さい地域や交差点の多い地域、世帯あたり道路延長の短い地域において自動車利用が低下していた。都市デザインの観点からは、駐車場の増加が公共交通利用を阻害し、古い建築物の多い地域では自動車利用が少ない傾向が示された。この研究で整理された、自動車利用に対する都市環境の弾力性を表-2に示す。ここで『地域デザイン』には、歩道の存在、1951年以前の建築物割合、交差点密度等を含む。ここに示した都市環境のいずれもが、自動車利用に負の影響を与えている。

表-2. 自動車利用に対する都市環境の弾力性

| | 自動車 トリップ数 | 自動車 トリップ距離 |
|------------|--------------|---------------|
| 地域密度 | -0.05 | -0.05 |
| 混合土地利用 | -0.03 | -0.05 |
| 地域デザイン | -0.05 | -0.03 |
| 地域アクセシビリティ | | -0.20 |

Sallisら¹⁰⁾もまた、住宅地における都市環境デザイン変数と徒歩・自転車利用との関係を分析した既往研究のレビューを行った。これによれば、レビュー対象となった研究のすべてにおいて、都市環境と交通行動との間に

係があることが確認された。対象街区の歩きやすさは徒歩トリップ数に大きく影響し、歩きやすい街区における徒歩トリップ数は歩きにくい街区におけるその約2倍であった。また、混合土地利用が徒歩・自転車利用に影響を与えていると結論づけている研究もみられた。また多くの研究でも指摘されてきたとおり、人口密度と徒歩量との間には一貫して正の相関が認められている。

このように、都市環境と交通行動の間には一定の関係があるものと考えられる。都市環境が交通行動に影響を与えているだけでなく、交通行動に対する嗜好により、人々が歩きやすい都市環境を選択しているという議論もある¹¹⁾が、いずれにしても徒歩や自転車交通に適した都市環境を整備することによって自動車利用を削減し、環境負荷を低減する可能性があることが指摘できる。

3. アンケート調査の概要

本研究では、東京都市圏内の住宅地を対象としたポスティング配布・郵送回収形式のアンケート調査を、2008年12月~2009年1月にかけて実施した。調査対象地域の選定にあたっては、人口密度、道路密度、アクセシビリティ(交差点数/道路総延長)、行き止まり率(行き止まり点数/道路総延長)、最寄駅までの距離、都心までの距離の各指標にばらつきが生じるよう考慮した。その結果、27の調査対象地域が設定された。各調査対象地域の面積は0.4~1.1km²である。アンケートの配布枚数は各調査地域に対し1,000票(1地区のみ400票)、合計26,400票である。回収総数は2,404票であり、有効回収率は9.1%であった。最も回収数の少ない地域で32票、最も多い地域では179票の回答が得られた。

アンケートにおける質問項目は以下のとおりである。

- (1) 通勤通学交通行動に関する項目(交通手段・時間・頻度、自動車保有、自動車利用量、徒歩量等)
- (2) 居住地域周辺の歩きやすさの感覚(5件法)
- (3) 個人属性に関する項目(年齢、性別、職業等)

4. 都市環境が自動車利用に与える影響

まず、各調査対象地域における人口密度と自動車利用との関係を表-3および図-2に示す。既往研究でも示されてきたように、街区レベルにおいても人口密度と自動車利用との間に負の相関関係がみられた。平日や通勤目的の自動車利用に対しては有意ではなかったが、全目的自動車利用時間や自動車保有台数に対しては $\alpha=1\%$ で有意に負の相関が認められた。

次に、都市環境変数と自動車利用変数との直接的な相関関係について検討する。都市環境変数として用いたものは表-1を参考とし、密度指標から人口密度と雇用密

表-3. 人口密度と自動車利用の相関

| 自動車利用指標 | 相関係数 |
|------------------|----------|
| 自動車利用距離(全目的、年間) | -0.451* |
| 自動車利用時間(通勤目的) | -0.233 |
| 自動車分担率(通勤目的) | -0.472* |
| 自動車利用時間(全目的、1週間) | -0.526** |
| 自動車利用時間(全目的、平日) | -0.322 |
| 自動車利用時間(全目的、休日) | -0.433* |
| 人口あたり自動車保有台数 | -0.653** |
| サンプル数 | 27 |

*: $\alpha=5\%$ で有意 **: $\alpha=1\%$ で有意

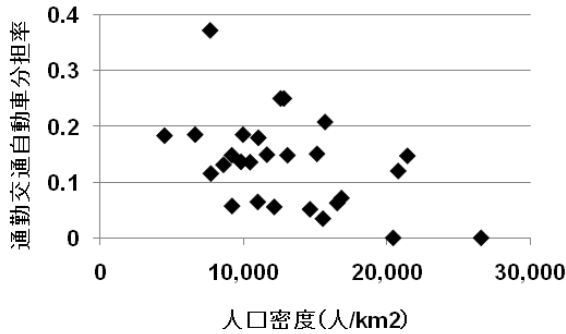


図-2. 調査対象地域における人口密度と自動車分担率

度、多様性指標から人口雇用比率と事業所密度、デザイン指標から道路密度、交差点密度、行き止まり密度である。ここで交差点密度は対象地域内の道路総延長に対する交差点数を、行き止まり率は道路総延長に対する行き止まり点数をそれぞれ表す。また各調査対象地域の立地条件を加味するため、最寄駅からの距離、都心からの距離

離も分析に用いた。自動車利用変数はアンケートの回答に基づき、自動車利用距離および時間、通勤目的の自動車分担率、そして人口あたり自動車保有台数を用いた。

変数間相互の相関係数を表-4に示す。密度指標は、人口密度と雇用密度のいずれも自動車保有台数および通勤目的での自動車分担率、そして全目的での自動車利用時間に対して有意に負の相関を示した。有意でなかった変数も含め、密度は自動車利用に対し負の影響力を有していると言える。多様性指標は、人口雇用比は有意な結果を示さなかったものの、事業所密度は密度指標と同じく自動車保有、分担率、利用時間に対して有意に負の相関を示した。デザイン指標のうち道路密度、交差点密度の2つについては、いずれも有意な値ではなかったものの自動車保有や分担率、利用距離に対して正の相関を有していた。利用時間に対しては負の相関を示した変数が多かったことから、道路整備や交差点の増加は全体として自動車利用を増加させる一方、交差点が増え利便性が向上することにより利用時間が削減される可能性が指摘できる。また行き止まり密度も負の相関を示していることから、道路の利便性が自動車利用に影響している可能性がある。最寄駅および都心からの距離は、自動車利用時間や保有台数に対して有意に正であるケースが認められた。有意でなかった結果も含め相関係数が総じて正であったことから、最寄駅や都心から離れ、鉄道の相対的な利便性が低下している地域における自動車利用が増加していることが示された。

この2つの変数間に住民の歩きやすさの感覚が介在していることを想定し、都市環境変数が歩きやすさに及ぼす影響、および歩きやすさが自動車利用に及ぼす影響に

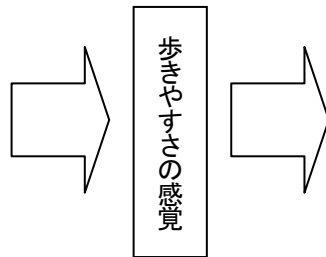
表-4. 都市環境変数と自動車利用変数との相関関係

| 都市環境変数 | 人口密度 | 雇用密度 | 人口雇用比 | 事業所密度 | 道路密度 | 交差点密度 | 行き止まり密度 | 最寄駅距離 | 都心距離 |
|------------------|----------|----------|--------|----------|--------|--------|---------|---------|---------|
| 自動車利用変数 | | | | | | | | | |
| 自動車利用距離(全目的・年間) | -0.457* | -0.364 | -0.184 | -0.343 | 0.210 | 0.101 | -0.253 | 0.240 | 0.366 |
| 自動車利用時間(通勤目的) | -0.248 | -0.255 | -0.149 | -0.216 | 0.051 | 0.046 | -0.125 | 0.558** | 0.239 |
| 自動車分担率(通勤目的) | -0.480* | -0.419* | -0.223 | -0.440* | 0.128 | 0.016 | -0.076 | 0.334 | 0.420* |
| 自動車利用時間(全目的・1週間) | -0.533** | -0.450* | -0.261 | -0.443* | 0.025 | -0.098 | -0.141 | 0.153 | 0.589** |
| 自動車利用時間(全目的・平日) | -0.331 | -0.353 | -0.293 | -0.345 | -0.147 | -0.106 | -0.086 | -0.057 | 0.522** |
| 自動車利用時間(全目的・休日) | -0.441* | -0.309 | -0.103 | -0.307 | 0.162 | -0.042 | -0.118 | 0.259 | 0.352 |
| 自動車保有台数 | -0.656** | -0.494** | -0.280 | -0.527** | 0.164 | 0.142 | -0.254 | 0.333 | 0.682** |

*: $\alpha=5\%$ で有意、**: $\alpha=1\%$ で有意

| 都市環境変数 | 相関係数 |
|----------|----------|
| 人口密度 | -0.215 |
| 雇用密度 | -0.510** |
| 人口雇用比 | -0.487** |
| 事業所密度 | -0.580** |
| 道路密度 | -0.180 |
| 交差点密度 | -0.021 |
| 行き止まり密度 | 0.036 |
| 最寄駅からの距離 | -0.203 |
| 都心からの距離 | 0.354 |

*: $\alpha=5\%$ で有意、**: $\alpha=1\%$ で有意



| 自動車利用変数 | 相関係数 |
|------------------|--------|
| 自動車利用距離(全目的・年間) | -0.096 |
| 自動車利用時間(通勤目的) | -0.367 |
| 自動車分担率(通勤目的) | -0.025 |
| 自動車利用時間(全目的・1週間) | 0.127 |
| 自動車利用時間(全目的・平日) | 0.212 |
| 自動車利用時間(全目的・休日) | -0.010 |
| 人口あたり自動車保有台数 | 0.124 |

*: $\alpha=5\%$ で有意、
**: $\alpha=1\%$ で有意

図-3. 歩きやすさ感覚を媒体とした都市環境変数と自動車利用変数の相関関係

ついて、その関係図および相関係数を図-3に示す。ここで歩きやすさは5件法で調査し、『とても歩きやすい』を5点、『非常に歩きにくい』を1点として各調査地域の平均点を算出した。歩きやすさの感覚に対して有意な相関を有していたのは雇用密度、人口雇用比および事業所密度であり、係数はいずれも負であった。既往研究では居住地と商業地の混合利用が進み、人口雇用比が高く、店舗等の事業所密度が高い地域では徒歩量が多く、自動車利用が抑制されることが示されてきた。しかしここでは、これら雇用や事業所の存在は歩きやすさに対して悪影響を及ぼしていることを示している。この理由として、商業地域が集積している地域における人や自動車交通量の多さが徒歩行動を阻害する原因になっていることが考えられる。都心からの距離が歩きやすさに対して正の相関を有していることも同様であると言える。また、有意な結果ではなかったものの、道路や交差点の密度が上昇することによる歩きやすさの低下が認められた。表-4において道路や交差点密度が自動車利用に正の影響を及ぼしていることが示されていることから、道路や交差点の整備により自動車利便性が向上し徒歩行動をとりにくくなることや、それによる自動車交通量の増加が徒歩阻害要因になっていることが考えられる。また最寄り駅から近ければ歩きやすさの感覚は向上していたことから、駅へのアクセスが徒歩行動と大きく関連していると言える。

歩きやすさが自動車利用に与える影響について相関係数で示したものが図-3の右側である。全体を通じ、有意な結果は得られなかった。係数の符号について検討すると、年間での自動車利用距離や通勤目的での自動車利用に対しては歩きやすさは負の相関を有し、全目的での自動車利用時間や保有台数に対しては正の相関を有していた。歩きやすいという感覚が通勤目的における自動車利用を抑制している一方、非通勤目的における自動車利用を促進している結果となった。

5. まとめと今後の課題

本研究ではアンケート調査を通じ、街区レベルでの都市環境変数と自動車利用との関係の基礎的分析を行うとともに、歩きやすさを媒体とした両者の関係の検討を行った。両者の変数の直接的分析では、特に密度や都心からの距離が自動車利用に大きく影響していることが示された。歩きやすさの検討では、雇用や事業所に関する指標が歩きやすさに影響していた一方、歩きやすさ自体は自動車利用に対し有意な相関を有していなかった。

これまでの分析は相関を用いた基礎的なものであり、また交通行動には自動車利用しか含まれておらず、歩きやすさの感覚が自動車以外の交通行動に与える影響につ

いても検討されていない。徒歩や公共交通利用を促進し自動車利用を抑制できる都市環境を明らかにするためには、これらの点を考慮したより詳細な分析が必要であると考えられる。

参考文献

- 1) Newman, P. and Kenworthy, J.R.: Sustainability and Cities: Overcoming Automobile Dependence, Island Press, Washington, DC, 1999.
- 2) 小島浩, 吉田朗, 森田哲夫: 環境負荷を小さくするための都市構造および交通施策に関する研究 —仙台都市圏を対象として—, 都市計画論文集, Vol. 39, pp. 541-546, 2004.
- 3) 藤原章正, 岡村敏之: 広島都市圏における都市形態が運輸エネルギー消費量に及ぼす影響, 都市計画論文集, Vol. 37, pp. 151-156, 2002.
- 4) 松橋啓介: 大都市圏の地域別トリップ・エネルギーから見たコンパクトシティに関する考察, 都市計画論文集, Vol. 35, pp. 469-474, 2000.
- 5) 中村隆司, 堀池泰三: 一般世帯の自動車ガソリン消費の都市による違いをもたらす都市形態及び都市計画からみた要因, 都市計画, Vol. 235, pp. 54-64, 2002.
- 6) Ewing, R. and Cervero, R.: Travel and the built environment: A synthesis, Transportation Research Record, No. 1780, pp. 87-114, 2001.
- 7) 難波孝太, 室町泰徳: 都市環境が徒歩行動と健康に与える影響に関する研究, 都市計画論文集, Vol. 42, pp. 925-930, 2007.
- 8) Konheim, C.S. and Ketcham, B.: Effective Transit Requires Walkable Communities: Land Use Lessons of Transit Patterns in Four World Cities, Transportation Research Record, No. 1722, pp. 56-66, 2000.
- 9) Cervero, R. and Kockelman, K.: Travel Demand and the 3Ds: Density, Diversity and Design, Transportation Research Part D, Vol. 2, pp. 199-219, 1997.
- 10) Sallis, J.F., Frank, L.D., Saelens, B.E. and Kraft, M.K.: Active Transportation and Physical Activity: Opportunities for Collaboration on Transportation and Public Health Research, Transportation Research Part A, Vol. 38, pp. 249-268, 2004.
- 11) Handy, S., Cao, X. and Mokhtarian, P.L.: Self-selection in the Relationship between Built Environment and Walking, Journal of the American Planning Association, Vol. 72, pp. 55-74, 2006.