

都市構造および交通・民生施策による環境負荷削減の定量評価*
Analysis of Enviromental Load Reduction
by Urban Structure, Transport and Energy Policy*

桐山孝晴**・権藤公貴***・片岡孝博****

By Takaharu KIRIYAMA**・Kimitaka GONDOU***・Takahiro KATAOKA****

1．はじめに

温室効果ガスの削減を義務づけた京都議定書の批准，発効を目前に控え，地球温暖化対策への関心が高まっているが，運輸部門，民生部門におけるCO₂排出量は増加の一途をたどっており，更なる対策が必要とされている．国土交通省では，これまでも自動車や住宅等の単体施策をはじめとして各種の地球温暖化対策に取り組んでいるところであるが，都市づくりを担うという立場から，広く都市全体を見渡した都市構造や交通，エネルギー消費のあり方といった観点からの施策もまた，重要であると考えている．

国土交通政策研究所では，平成13年度に「環境負荷の少ない都市・国土構造に関する研究」を実施した．そこでは，環境負荷項目としてCO₂を取り上げ，交通行動モデルおよび民生エネルギー消費モデルをベースとしたCO₂排出モデルを構築し，都市構造施策および交通施策，民生施策のシナリオに基づくシミュレーション分析を行い，CO₂排出削減効果を定量的に評価することとした．シミュレーション分析においては，都市構造の変化や交通基盤整備にはある程度の時間が必要となることから，目標年次を2020～2030年とした．

* キーワーズ：地球環境問題，環境計画，交通行動分析，エネルギー計画

** 正員，工修，国土交通省国土交通政策研究所
(東京都千代田区霞が関2-1-2，
TEL:03-5253-8816，

E-mail:kiriyama-t2cv@mlit.go.jp)

*** 国土交通省国土交通政策研究所
(現：日本道路公団関西支社)

**** 国土交通省国土交通政策研究所

2．対象都市の選定

対象都市の選定にあたっては，以下の条件を考慮した．

鉄軌道をはじめとする公共交通機関が発達しており，公共交通利用促進施策の効果が得られやすいこと．

周辺都市と連たんにして巨大都市圏を形成することなく，独立した都市圏であること．(対象都市圏が巨大であるとTDM等の施策効果が評価しにくいこと．)

地形や気候が特殊でないこと．

パーソントリップ調査等のデータが入手可能であること．

以上の条件を満たす都市として，ここでは，仙台都市圏を対象とすることとした．

仙台都市圏の範囲は，仙台都市圏パーソントリップ調査(1997年)の対象地域である20市町村とした．仙台都市圏の人口フレームは，現況(1995～2000年)が151万人であるのに対し，目標年次(2020～2030年)においては，国立社会保障・人口問題研究所の都道府県別人口推計結果¹⁾および宮城県における仙台都市圏のシェアに基づいて，165万人(9.6%増)とした．また，就業人口，従業人口は，仙台都市圏パーソントリップ調査の就業比，従業比から，就業人口80万人，従業人口82万人とした．

3．環境負荷削減施策

検討の対象とした環境負荷削減施策は，以下のとおりである．

(1) 都市構造施策

夜間人口を都心に呼び戻し、職住近接を図る施策として、「都心居住型都市構造」について、従業人口を都心から副都心に分散させる施策として、「副都心型都市構造」について検討を行った。

(2) 交通施策

公共交通の利用を促進させる施策として、

- ・鉄道のサービス水準（時間、料金等）の向上
- ・バスのサービス水準（時間、料金等）の向上
- ・郊外駅におけるパーク&ライド

自動車交通を抑制する施策として、

- ・都心における駐車容量の削減
- ・都心におけるロードプライシング

自動車交通を円滑化する施策として、

- ・ボトルネックの解消

等について検討を行った。

(3) 民生施策

住宅への施策として、

- ・集合住宅への住み替え
- ・断熱化対策

業務施設への施策として、

- ・コジェネレーション
- ・地域冷暖房

等について検討を行った。

4. CO₂ 排出モデル

CO₂ 排出モデルの構築にあたっては、都市構造を共通の基盤とした上で、交通行動モデルおよび民生エネルギー消費モデルをベースとして、交通部門、民生部門それぞれのCO₂ 排出モデルを構築した。

(1) 都市構造

仙台都市圏においては、近年、夜間人口が郊外化する一方、従業人口は都心に一極集中する傾向が見られる。この傾向が今後も継続する都市構造を「趨勢型」（基本ケース）とした。

また、仙台都心または鉄道沿線等、交通サービスが比較的充実した地域に夜間人口を配置する都市

構造（従業人口の配置は趨勢型と同じ）を「都心居住型」、および都心の東西南北に位置する4つの副都心に従業人口を配置する都市構造（夜間人口の配置は趨勢型と同じ）を「副都心型」とした。

都心居住型都市構造の特徴を図-1に、副都心型都市構造の特徴を図-2に示す。

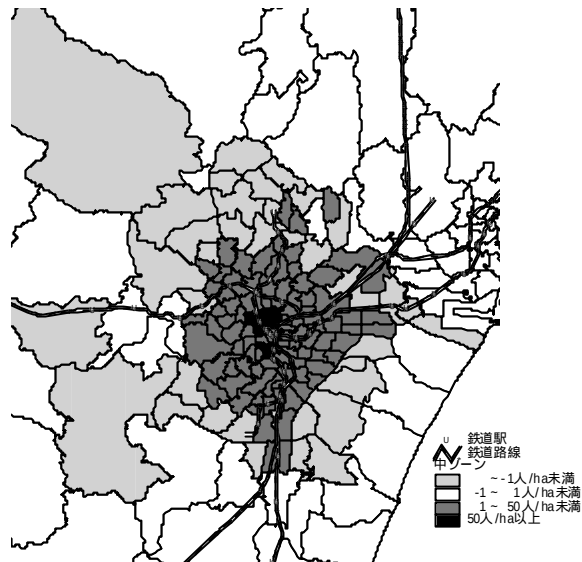


図-1 都心居住型都市構造の特徴

（夜間人口の都心居住型と趨勢型との差）

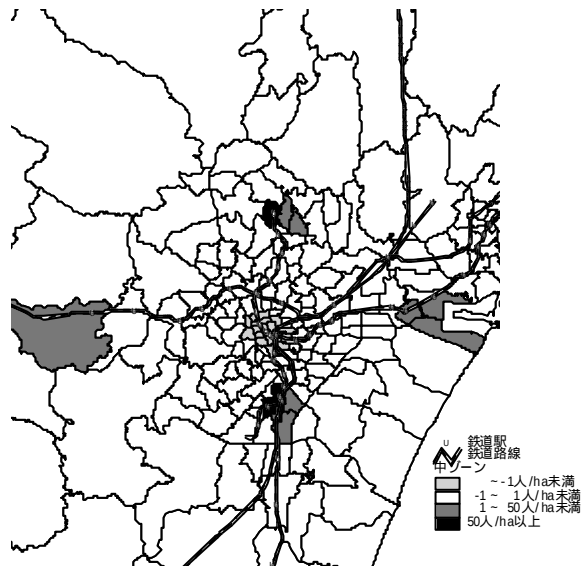


図-2 副都心型都市構造の特徴

（従業人口の副都心型と趨勢型との差）

(2) 交通部門CO₂ 排出モデル

交通部門CO₂ 排出モデルの構築にあたっては、仙台都市圏パーソントリップ調査（1997年）の交通行動モデルをベースとして交通需要を推計した上で、CO₂ 排出原単位を掛け合わせた。

交通行動モデル²⁾は、四段階推計法の枠組みを

踏襲しつつ、非集計モデルの利点を生かして目的地選択から交通手段選択までの行動論的な一貫性を持たせるとともに、分布・分担・配分の統合モデルを構築して、配分結果を分布・分担にフィードバックさせ、交通サービス水準が一定の均衡解となるようにした。

仙台都市圏内は、236のゾーンに区分した。交通ネットワークは、現況のネットワークに、道路は現段階で事業の見通しがある道路（約150km）を、鉄道は地下鉄東西線（約14km）を追加した。

CO₂ 排出原単位は、自動車については道路投資の評価に関する指針(案)³⁾に示されている走行速度別の原単位を、鉄道についてはCOP3で使用された原単位（5g-C/人・km）を使用した。

交通施策のモデル上での設定は、以下のとおりとした。

- ・鉄道のサービス水準の向上
全駅において、待ち時間を1/2とした。
- ・バスのサービス水準の向上
全バス停において、待ち時間を1/2とした。
- ・郊外駅におけるパーク&ライド
都心から3km以遠の郊外駅における駐車料金を1/2とした。
- ・都心における駐車容量の削減
駐車場整備地区および駐車場周辺地区の駐車容量を1/2とした。
- ・都心におけるロードプライシング
都心部（概ね1.5km四方）における最高速度を1/2として、走行抵抗を上げた。（ただし、CO₂排出量は本来の速度に戻して算出した。）
- ・ボトルネックの解消
都心流入部の混雑区間10箇所の道路を拡幅（2→4車線、4→6車線）し、交通容量を増大させた。

(3) 民生部門CO₂ 排出モデル

民生部門CO₂ 排出モデルの構築にあたっては、民生部門エネルギー消費実態調査⁴⁾に基づき、世帯あたりまたは床面積あたり等のCO₂ 排出原単位を設定し、それに都市活動量を示す世帯数、床面積等を掛け合わせて積み上げた。仙台都市圏内は、町丁字別の1830のゾーンに区分した。

住宅については、世帯あたりの床面積を同じとした上で、戸建て/集合別に世帯人員別に世帯あたりの原単位を設定した。業務施設については、業種別に床面積あたりの原単位を設定した。

民生施策のモデル上での設定は、以下のとおりとした。

- ・集合住宅への住み替え
都心居住型都市構造の際に、都心部で増加する夜間人口は、全て集合住宅に居住するものとした。
- ・住宅の断熱化対策
断熱化により、冷暖房需要が30%減少するものとした。断熱化住宅の普及率は、新築（更新率は2.8%/年）で50%、既存で10%とした。
- ・コジェネレーション
導入により、冷暖房給湯需要が25%減少するものとした。コジェネレーションの普及率は、百貨店、ホテル、病院の50%とした。
- ・地域冷暖房
導入により、冷暖房給湯需要が25%減少するものとした。容積率400%以上の地域全てに導入するものとした。

5. シミュレーション結果

(1) 交通部門CO₂ 排出削減効果

都市構造別の交通手段別CO₂ 排出量を図-3に示す。現況と将来（趨勢型）を比較すると、人口増加や郊外化によりトリップ数、トリップ長ともに増加し、CO₂ 排出量は9.7%増加する。将来の都市構造間の比較では、都心居住型は趨勢型と比べてトリップ長が短くなり、交通手段も自動車、鉄道から徒歩・二輪へ移行することから、CO₂ 排出量は2.0%減少する。一方、副都心型は趨勢型と比べて通勤トリップ長はやや短くなるものの、業務トリップ長が長くなるとともに、自動車トリップ数が増加するため、CO₂ 排出量は2.1%増加する。

将来の趨勢型都市構造の上で、交通施策を実施した場合のCO₂ 排出量を図-4に示す。

鉄道サービス水準の向上が4.9%減、駐車容量の削減1.7%減、バスサービス水準の向上1.6%減、ロードプライシング0.3%減となった。ボトルネック

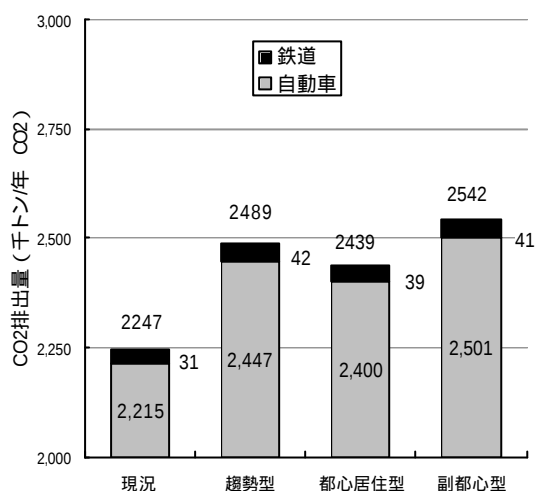


図-3 都市構造別CO₂排出量

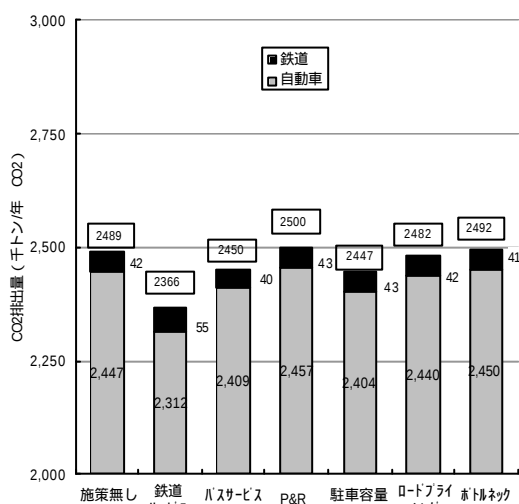


図-4 交通施策別CO₂排出量

解消は、都心部の混雑緩和効果は見られたものの、自動車トリップ数を増大させ、パーク&ライドは、代表交通手段は自動車から鉄道へ移行するものの、末端交通手段として自動車の利用が増大するため、単独の施策としてはともにCO₂排出削減効果はみられなかった。しかし、これらの施策も、鉄道・バスのサービス水準向上等の施策と組み合わせることによって、削減が可能である。都心居住型、副都心型の都市構造においても、各交通施策の効果はほぼ同様であった。

(2) 民生部門CO₂排出削減効果

現況と将来（趨勢型の施策なし）を比較すると、人口増加のため、CO₂排出量は7.0%増加する。

将来の趨勢型都市構造の上で、民生施策を実施した場合のCO₂排出削減効果は、住宅の断熱化対策で6.1%減、コジェネレーションの導入で0.6%減、地域冷暖房の導入で0.8%減となり、絶対数の多い住宅への対策の効果が大きかった。

都心居住型都市構造とし、集合住宅への住み替えを促進した場合の効果は、3.0%減であった。これと組み合わせて民生施策を実施すれば、上記とほぼ同様の効果を追加することができる。

6. おわりに

仙台都市圏を対象として、都市構造および交通・民生施策によるCO₂排出削減効果の分析を行った。その結果、都市構造では都心居住型が最も排出量が少ないことが明らかとなり、交通・民生の各施策についても効果を定量的に評価することができた。

今後は、CO₂以外の評価項目についても検討していきたいと考えている。

謝辞：本研究の実施にあたっては、環境負荷の少ない都市・国土構造に関する研究会（委員：花木啓祐 東京大学教授，秋澤淳 東京農工大学助教授，兵藤哲朗 東京商船大学助教授，森本章 倫宇都宮大学助教授）を開催し、助言をいただいた。また、交通行動モデルの改良にあたっては、吉田朗 東北芸術工科大学助教授に指導をしていただいた。ここに記して感謝の意を表します。

参考文献

- 1) 国立社会保障・人口問題研究所編：都道府県別将来推計人口 平成7年～37年 平成9年5月推計，厚生統計協会，1997
- 2) 吉田朗・原田昇：鉄道の路線・駅・結節交通手段の選択を含む総合的な交通手段選択モデルの研究，土木学会論文集，No.542/ -32，pp.19-31，1996
- 3) 道路投資の評価に関する指針検討委員会編：道路投資の評価に関する指針(案)，(財)日本総合研究所，1998
- 4) (財)日本エネルギー経済研究所：民生部門エネルギー消費実態調査，2000