

国土交通政策研究第31号

都市環境施策の社会的・経済的影響の定量評価に関する研究

2003年12月

国土交通省国土交通政策研究所

研究調整官 瀬本 浩史

前研究調整官 桐山 孝晴

研究官 片岡 孝博

はじめに

我々は、日々の生活において、エネルギーの消費や汚染物質の排出等、様々な環境負荷を発生させているが、地球環境の有限性が認識されるようになった今日、これからも持続可能な発展をしていくためには、環境に配慮した都市構造計画を策定していかななくてはならない。

国土交通省においては、これまでも良好な環境の保全・形成に資する施策を強力に実施しているところであるが、環境負荷のより少ない・便利で快適な社会を実現していくためには、「自然環境」のみに注目するのではなく、「交通利便性」や「安全性・快適性」等、我々を取り巻く様々な要因に目を向けなければならない。

現在、都市環境施策の評価について様々な検討、研究がなされているものの、総合的な観点からの評価方法については十分な検討がなされているとは言い難い。

そのため、本研究においては、過年度において調査を行った「環境」の評価軸に加え、「生活の質」「経済」を評価軸として設定し、その3つの軸における相互関連を調査した。

また、モデル都市政策の実計画に基づく施策仮定の下で、それぞれの評価軸においてシミュレーション分析を行い、各施策の有効性について検討を行った。

本研究の実施にあたっては、「都市環境施策の社会的・経済的影響の定量評価に関する研究」を設置し、下記の先生方にご指導いただいた。

中口 毅博（環境自治体会議環境政策研究所所長）
吉田 朗（東北芸術工科大学デザイン工学部環境デザイン学科助教授）
兵藤 哲朗（東京商船大学流通情報工学課程助教授）
森本 章倫（宇都宮大学工学部建設学科助教授）

ここに記して感謝の意を表します。

平成15年12月

国土交通省国土交通政策研究所

研究調整官 瀬本 浩史

前研究調整官 桐山 孝晴

研究官 片岡 孝博

本研究の概要

1. 多面的評価の必要性

昨年度において研究を行ったCO₂排出削減に関する施策効果の定量評価は、地球温暖化対策の推進にあたっては重要なデータとなる。しかし、施策というものは一般に単一の目的というよりも複数の目的を持って実施されることが多く、また、施策の効果も主たる効果の他に副次的な負の効果も含めて多面的なものである。

例えば、CO₂は局地的濃度が問題とされることはほとんどなく、都市圏全体の排出量が問題となるのに対し、NO₂は都市圏全体の排出量よりも局地的濃度が問題となる。このような場合、都心居住型都市構造は、都市圏全体の排出量を削減するためには効果的であるが、都心部の密度が高まることにより、NO₂の濃度が局地的に高まる可能性もある。逆に、副都心型都市構造は、都市圏全体でのCO₂排出量は高まるが、都心部のNO₂の局地的濃度は分散されて低下する効果がある可能性がある。

また、施策の効果は環境負荷の削減にとどまらず、生活の質や経済といった社会的・経済的影響もあるものである。都心居住の推進により、生活の質はどう変わるか（利便性の向上と快適性の減少の両面があると考えられる）といったことも考慮する必要がある。

そこで、本研究においては施策効果の評価項目をCO₂から他の環境負荷項目や生活の質、経済という幅広い視点も加えて拡張し、多面的に評価していくこととする。

2. 評価体系

評価指標は、環境負荷、生活の質、経済の3つを対象とし、それぞれについて評価モデルを構築する。また、このうち生活の質は、住民の満足度を表す総合的な評価指標としてとらえ、環境負荷や経済のモデルからの結果も加味して評価する。

対象とする施策は、都市環境施策に加えて、生活の質や経済に大きな影響を与えると考えられる道路整備や鉄道整備も対象とする。都市構造（都市圏内の人口配置）については、先のシミュレーションでは外生変数として与えたが、ここでは土地利用モデルを構築し、交通施策による交通サービス水準の変化やゾーニングによる誘導により、都市圏内でのゾーン間での人口移動を内生変数として予測することができるようにする。

これらの評価モデルは、先に構築したCO₂排出モデルを発展させて構築する。

3. 総合評価

これら環境負荷、生活の質、経済の3つの評価軸から、施策のプラス面とマイナス面を合せて、都市構造施策、交通施策、民生施策を多面的かつ総合的に評価するモデル体系を構築する。総合評価の方法としては、効果の全てを貨幣ターム等、一元的な指標に集約する方法（AHP手法）、各評価軸を活かして評価する多元的な方法（Factor Profile法、Goal Achievement Matrix法。簡単に言えば、グラフ、表による表現。）がある。

ここでは、施策効果の多面性を表現することができる後者の方法を中心に研究を進める。また、環境負荷、生活の質、経済の3つの視点間における因果関係を分析し、人口、各種評価指標の動きを経年的に表現する評価システム（システムダイナミックス）についても検討することとしたい。

A Study to Quantitatively Evaluate the Social and Economic Effects of Urban Environmental Policies

Hiroshi SEMOTO and Takahiro KATAOKA

Key Words: global environmental issues, environmental planning, travel behavior analysis, energy plan

1. The Need for a Multi-criteria Evaluation

Our quantitative evaluation last year of the effects on CO₂ emission reduction of environmental policy offers important data for the promotion of global warming policies. This study, however, focuses on simple “cause and an effect” aspects the policy. Policies in general have more than one purpose or goal, and their results are often multifaceted, ranging from positive to negative.

Emissions of CO₂ and NO₂ offer example. In the case of CO₂, the total emissions of the entire metropolitan region rather a specific local area is of concern, whereas it is the opposite for NO₂. An urban structure that encourages settlement in the inner city may reduce the CO₂ and NO₂ emissions of the metropolitan region as a whole, but may increase NO₂ emissions in the densely inhabited inner city area itself. On the other hand, an urban structure with multiple sub-centers may increase the overall CO₂ emissions of the metropolitan region, but may decrease the NO₂ levels in the inner city, since the NO₂ emission sources will be dispersed throughout the sub-centers.

The effects of environmental policies are not limited to environmental burden reductions, but extend to social (e.g. quality of life or “QOL”) and economic effects. We should, for example, consider how quality of life changes if inner-city settlement is promoted (i.e., increased convenience and decreased comfort).

Based on the previous study focusing on the effects of policy on CO₂ emissions, we aim to conduct more multifaceted evaluation by adding new evaluation criteria, namely “environmental burden,” “QOL,” and “economic effects.”

2. Evaluation Scheme

An evaluation model for each of the three evaluation indices “environmental burden,” “QOL,” and “economic effects” is constructed. “QOL,” which indicates the degree of citizen satisfaction, is used as the main criteria, and is evaluated by adding the measurements of the two other indices “environmental burden” and “economic effects.”

In addition to urban environment policies, road and railway improvement policies, which have great impacts on both QOL and the economy, are included in the model for evaluation. Instead of urban structure (the settlement pattern in the metropolitan region), given as an exogenous variable in the previous study, a land-use model was constructed for this study. This enables a prediction of population movement among different zones within the metropolitan region to be an endogenous variable, through changing transportation service levels as a result of traffic and transport policies and guidance through zoning. These evaluation models are based on the CO₂ emission model used in the previous survey.

3. Comprehensive Evaluation

A model scheme to enable multifaceted and comprehensive evaluation (both positive and negative) of urban structure policies, transportation policies and policies for a better quality of life for citizens will be constructed by using the three indices of “environmental burden,” “QOL” and “economic effects.”

Methods of comprehensive evaluation include the Analytic Hierarchy Process (AHP) Method, which integrates all effects into a single index (e.g. a monetary term), and the Factor Profile and the Achievement Matrix multi-criterion methods, which

utilize all indices in graphs and tables. For the purpose of the study, the latter will be used.

We would also like to analyze the causal relationship between the three indices, and look into evaluation systems that can show secular changes of population and other indices (system dynamics).

目 次

第 1 章 . 研究の全体概要	1
1 - 1 . 研究方針	1
1 - 2 . 評価視点の整理	2
1 - 3 . 評価対象施策の整理	5
1 - 4 . 評価体系の検討	6
第 2 章 . 活動モデルの構築	9
2 - 1 . 活動モデルの全体構成	9
2 - 2 . 交通モデル	10
2 - 3 . 土地利用モデル	21
2 - 4 . ケース設定	26
2 - 5 . シミュレーション結果	35
2 - 6 . 活動モデルの整理	52
第 3 章 . 環境負荷評価モデルの構築	57
3 - 1 . 環境負荷評価モデルの全体構成	57
3 - 2 . 予測評価モデル	58
3 - 3 . シミュレーション結果	94
3 - 4 . 民生施策	118
3 - 5 . 課題	126
参考資料 1 気象の概況	127
参考資料 2 NOx 排出量の推計	134
参考資料 3 都市緑化施策（道路 1 車線の緑化）による騒音低減効果	145
第 4 章 . 生活の質評価モデルの構築	147
4 - 1 . 生活の質について	147
4 - 2 . 生活の質評価モデルの全体構成	150
4 - 3 . データ整備	153
4 - 4 . 評価方法	159
4 - 5 . シミュレーション結果	161
4 - 6 . 課題	173

第5章．経済評価モデルの構築	177
5 - 1．分析手法について	177
5 - 2．経済評価モデルの枠組み	179
5 - 3．パラメータ推定	185
5 - 4．施策評価	191
5 - 5．シミュレーション結果	195
5 - 6．まとめと今後の課題	215
第6章．都市環境施策の総合評価	217
6 - 1．評価方法	217
6 - 2．都市環境施策の総合評価	220
6 - 3．総合評価	231
第7章．研究課題および多種・多様な変数間の因果関係分析の検討	243
7 - 1．研究課題	243
7 - 2．多種・多様な変数間の因果関係の検討	246
7 - 3．因果ループの検討	247
【付録】	
1．研究会の開催経緯	251
2．参考文献	252

第 1 章 . 研究の全体概要

第1章．研究の全体概要

1 - 1．研究方針

都市環境施策の評価について様々な検討、研究がなされているものの、総合的な観点からの評価方法については十分検討がなされているとはいいがたい。本研究においては、「環境負荷」、「生活の質」、「経済」の3つの視点を設定し研究を進めるため、先ず以下の項目について検討する。

(1) 評価視点の整理

都市構造・交通施策について、その導入目的及び施策の期待される効果を整理し、これに対応した評価指標を洗い出し、施策を評価するための視点を整理する。

(2) 評価対象施策の整理

「交通施策」、「都市構造」、「民生施策」について、シミュレーションモデルに入力する施策を整理する。

(3) 評価体系の検討

(1)のもと、「環境負荷」、「生活の質」、「経済」の3視点による評価について、評価可能な範囲及び視点間の整合性を整理し、評価視点としての位置付けを明確化する。

1 - 2 . 評価視点の整理

(1) 多面的評価の必要性

昨年度に実施した CO₂排出削減に関する施策効果の定量評価は、地球温暖化対策の推進にあたっては重要なデータとなる。しかし、施策というものは一般に単一の目的というよりも複数の目的を持って実施されることが多く、また、施策の効果も主たる効果の他に負の効果も含めて多面的なものであるため、1つの評価項目だけで施策を評価することは十分ではない。

例えば、CO₂は局地的濃度が問題とされることはほとんどなく、都市圏全体の排出量が問題となるのに対し、NO₂は都市圏全体の排出量よりも局地的濃度が問題となる。このような場合、都心居住型都市構造は、都市圏全体の CO₂排出量を削減するためには効果的であるが、都心部の密度が高まることにより、NO₂ の濃度が局地的に高まる可能性もある。逆に、副都心型都市構造は、都市圏全体での CO₂排出量は高まるが、都心部の NO₂の局地的濃度は分散されて低下する効果がある可能性がある。

また、施策の効果は環境負荷の削減にとどまらず、生活の質や経済といった社会的・経済的影響もあるものである。都心居住の推進により、生活の質はどう変わるか（利便性の向上と快適性の減少の両面があると考えられる）といったことも考慮する必要がある。

このように、施策の効果は多面的であるにもかかわらず、これまでの施策評価は必ずしもそれに十分対応していたとはいえない。そこで、ここでは、施策の効果は CO₂だけではなく、他の環境負荷項目や生活の質、経済という幅広い視点も加えて、多面的に評価していくこととする。

(2) 評価視点の検討

評価指標は、環境負荷、生活の質、経済の3つを対象とし、それぞれについて評価モデルを構築する。また、このうち生活の質は、住民の満足度を表す総合的な評価指標としてとらえ、経済のモデルからの出力も入力して評価する。

対象とする施策は、「環境負荷の少ない都市・国土構造に関する研究～都市・国土構造とCO₂排出量の関係について～(国土交通政策研究第12号)(以下平成13年度研究と略)」に示した都市環境施策に加えて、生活の質や経済に影響を与えると考えられる道路ネットワーク施策も対象とする。都市構造(都市圏内の人口配置)については、先のシミュレーションでは外生変数として与えたが、ここでは土地利用モデルを構築し、交通施策による交通サービス水準の変化や土地利用用途・容積率規制による誘導により、都市圏内の地域間での人口移動を内生変数として予測することができるようにする。

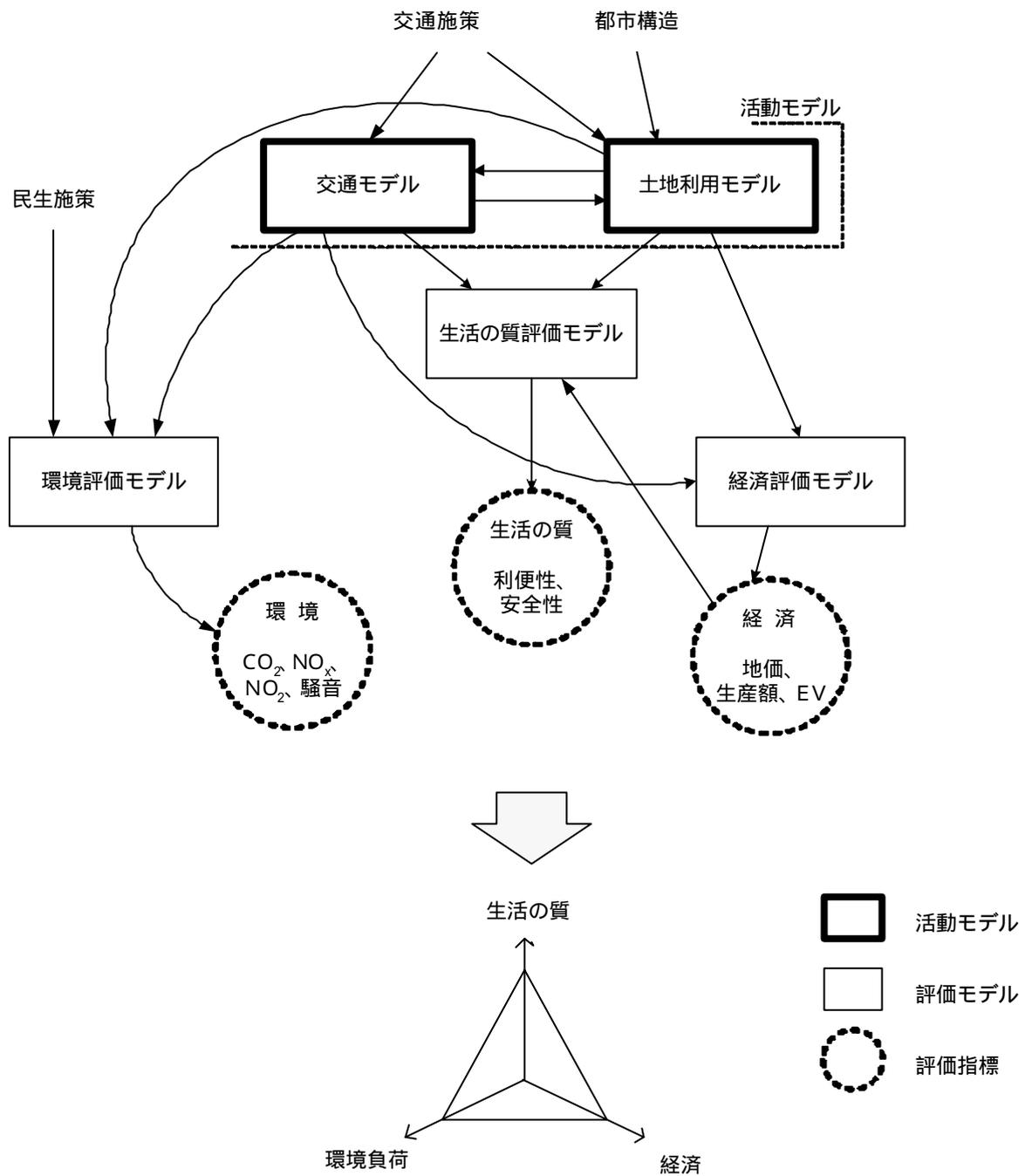


図 1-1 施策効果の多面的評価の視点

(3) 対象都市圏

評価モデルは、先に構築した平成13年度研究のモデルを発展させて構築するため、対象都市圏および想定年次は、引き続き仙台都市圏、2020～2030年とする。

仙台都市圏は20市町村から構成され、人口153万人（うち仙台市99万人、平成12年）である。対象都市圏内の交通現象の解析・交通需要予測のためには、圏域をいくつかの地域（ゾーン）に分割することとなるが、本研究においては、仙台都市圏パーソントリップ調査において設定されている中ゾーンを用いる。中ゾーンはパーソントリップ調査においても現況解析・交通需要予測に用いられており、ゾーン毎にある程度まとまった交通量を有し、かつ道路や鉄道を利用した交通流動を適切に表現することが可能な地域単位とされている。

パーソントリップ調査では、1ゾーンの居住人口5,000人を目安に236ゾーンに分割されている。

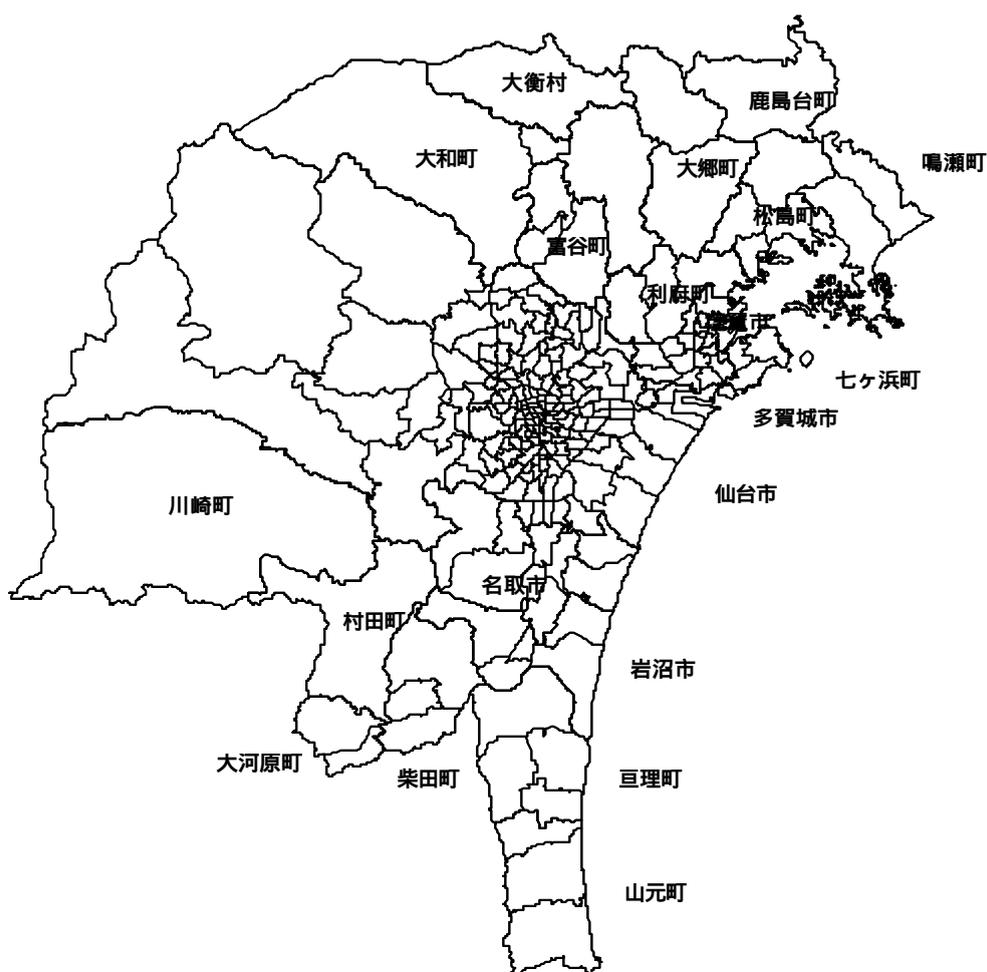


図 1-2 仙台都市圏

1 - 3 . 評価対象施策の整理

目標年次は、平成 13 年度研究と同様に 2020 ~ 2030 年とし、評価施策を設定する。

対象とする施策は、「環境負荷」「経済」「生活の質」で評価できるよう、導入効果が大きく経済活動や生活満足度に影響が及ぶ施策とすることが望ましい。そのため、各施策は個別に評価するのではなく、パッケージとして評価する。

また、都市圏内における人口配置は、土地利用モデルで交通施策との関係を踏まえて推計するものとし、目指すべき都市構造に向けて、土地利用用途・容積率規制や住宅供給により人口配置を誘導する。

施策内容の具体的な設定にあたっては、できるだけ仙台都市圏における実際の計画を踏まえて行うものとする。

表 1-1 施策の整理（平成 14 年度）

都市構造	趨勢型	・トレンドの人口動向
	都心居住型	・都心地域における家賃補助
	副都心型	・従業人口を副都心に配分することによる職住近接
交通施策	施策なし	-
	道路ネットワーク施策	・道路整備（環状道路等）
	公共交通施策	・鉄道、バスのサービス向上
	TDM施策	・駐車容量のコントロール
民生施策	施策なし	-
	住宅施策	・戸建て住宅から集合住宅への住替え ・住宅の省エネルギー化
	地域冷暖房等	・地域冷暖房システムの導入 ・業務ビルにおけるコージェネレーション導入
	都市緑化	・業務ビルにおける屋上緑化 ・都市部における緑の保全、創出

注) 低公害車の普及による、排出原単位の変化については、将来的な動向を踏まえ設定する

1 - 4 . 評価体系の検討

都市環境施策としては、都市構造、交通施策、民生施策を設定し、それら施策を変数（交通サービス、土地利用等）として、活動モデルに入力する。

活動モデルは、交通モデルと土地利用モデルからなり、相互にやりとりしながら将来の都市活動を予測する。

活動モデルにより予測された、人口分布、交通量は、環境負荷評価モデル、生活の質評価モデル、経済評価モデルの3つの評価モデルに入力される。各評価モデルでは、多様な評価指標により、都市圏および地区別の評価を行う。

3つの評価モデルから出力された評価結果を整理し、わかりやすい図・表等に表現し、総合的な評価を行う。

最後に研究課題として、シミュレーションモデルで構造的に関係をもたせた変数、およびそれ以外の変数を加え、評価軸の因果関係について、システムダイナミクスを用い分析する方針を示す。

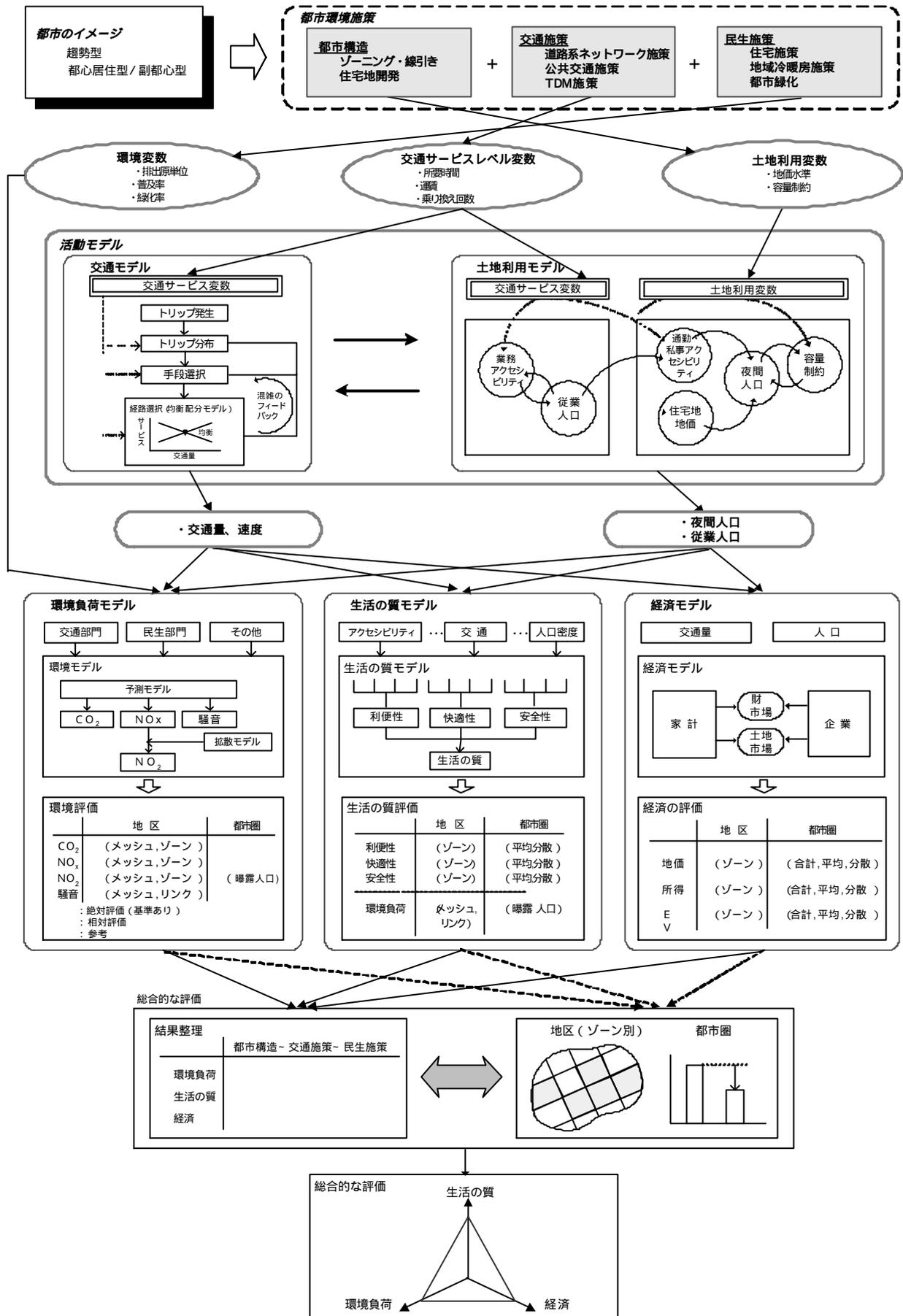


図 1-3 評価体系の検討

第 2 章 . 活動モデルの構築

第2章．活動モデルの構築

2 - 1．活動モデルの全体構成

(1) 平成14年度の検討内容

交通モデルについて

平成13年度研究で作成した交通モデルについて、分割配分にかわり均衡配分モデルを組み込んだ。

土地利用モデルの検討

交通施策による交通サービス水準の変化が、長期的には人口分布を変化させることに着目し、交通モデルと土地利用モデルを結合するモデルとした。

土地利用モデルは、交通サービス水準、土地利用用途・容積率の変化により通勤・業務等のアクセシビリティ、地価等が変化し、夜間人口、従業人口が予測されるモデル構造である。

(2) 活動モデルの全体構成

交通行動モデルにより、現況の人口配置から交通サービス水準を推計し、それを土地利用モデルに渡し、次期夜間人口と従業人口の人口配置を推計する。この人口配置のもとで次期交通サービス水準を推計する。これを目標年次まで繰り返す。

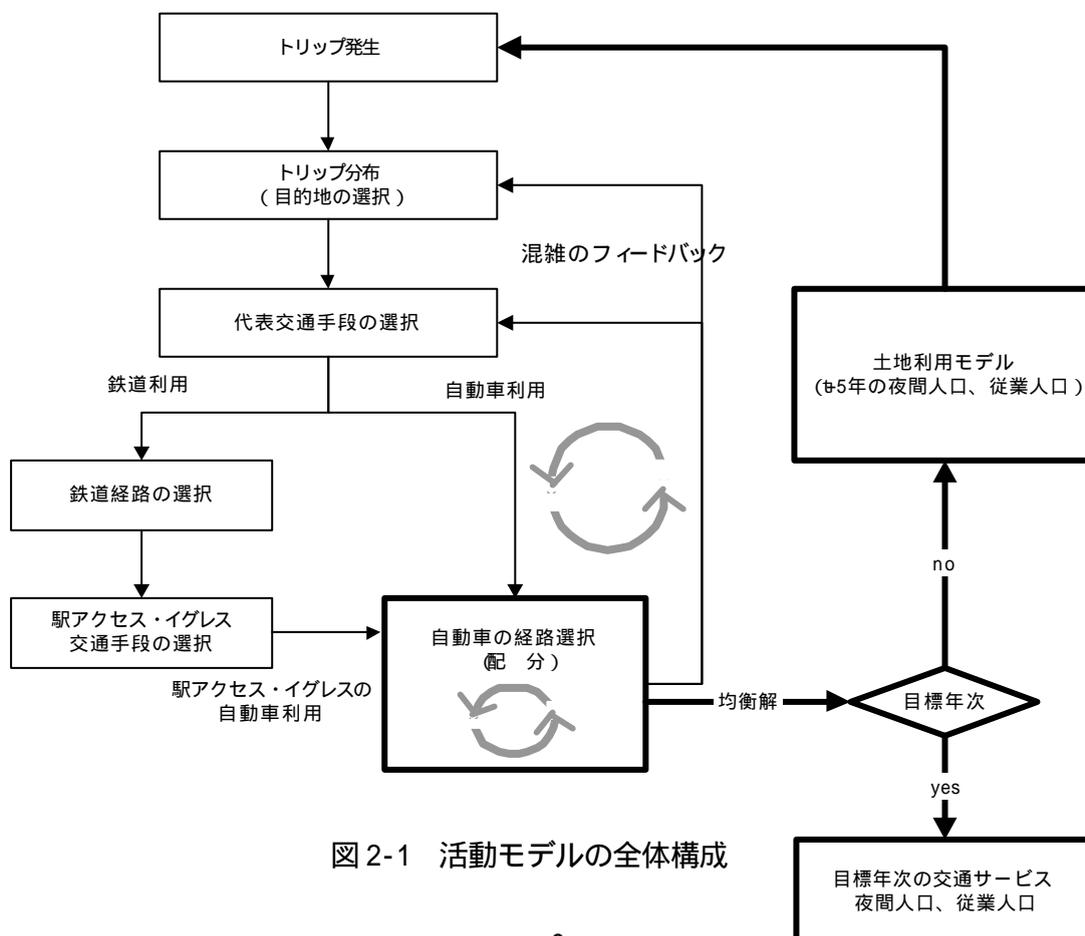


図2-1 活動モデルの全体構成

2 - 2 . 交通モデル

(1) 交通行動モデルの概要

モデル開発の視点とモデルの構成

四段階推定法については、交通政策（TDM等）の課題に対応できない、行動論的な基盤が欠落している、などの問題が指摘され、非集計モデルなどが研究・開発が行われているが、その適用は交通行動の一部に限られ、四段階推定法に対応する広範なものは開発されていないのが現状である。

このため、四段階推定法の枠組み（発生から配分に至る予測手順と集計データの利用）を踏襲しつつ、非集計モデルの利点を活かしたモデルを開発した。

モデル開発にあたっては、以下のような点に配慮している。

1) 行動論的な一貫性をもつこと

四段階推定法の流れ（目的地選択、交通手段選択）を、そのままゾーンの代表的個人の一貫した選択行動であると仮定し、目的地選択（分布）から交通手段選択までの一貫性を持たせるため Nested Logit モデルを適用している。

2) 複合的交通手段を評価できること

さらに、交通手段選択では、交通結節点に関わる政策評価を行えるよう、P & Rなどの端末手段選択、駅選択（鉄道経路選択）を考慮するとともに、これら選択行動と代表交通手段選択行動の一貫性を持たせるため Nested Logit モデルを適用している。

3) 土地利用とトリップ分布の関係を捉えること

従来のプレゼントパターン法やグラビティモデルでは、都市開発や幹線交通施設整備によって変化する“目的への行きやすさ”“目的地の魅力”をトリップ分布に反映できない。

そこで、土地利用特性や交通サービスレベルが目的地選択に反映できるようトリップ分布を個人の目的地選択行動の結果と仮定し、目的地の選択肢集合の決定を内包した集計型選択モデルを構築している。具体的には、出向可能な目的地集合の選別と、選別された目的地集合の中から目的地選択を同時に決定するモデルである。

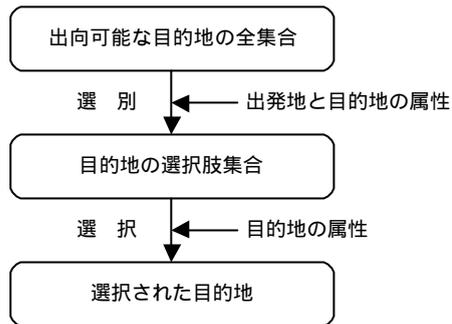


図 2-2 目的地の選別・選択プロセス

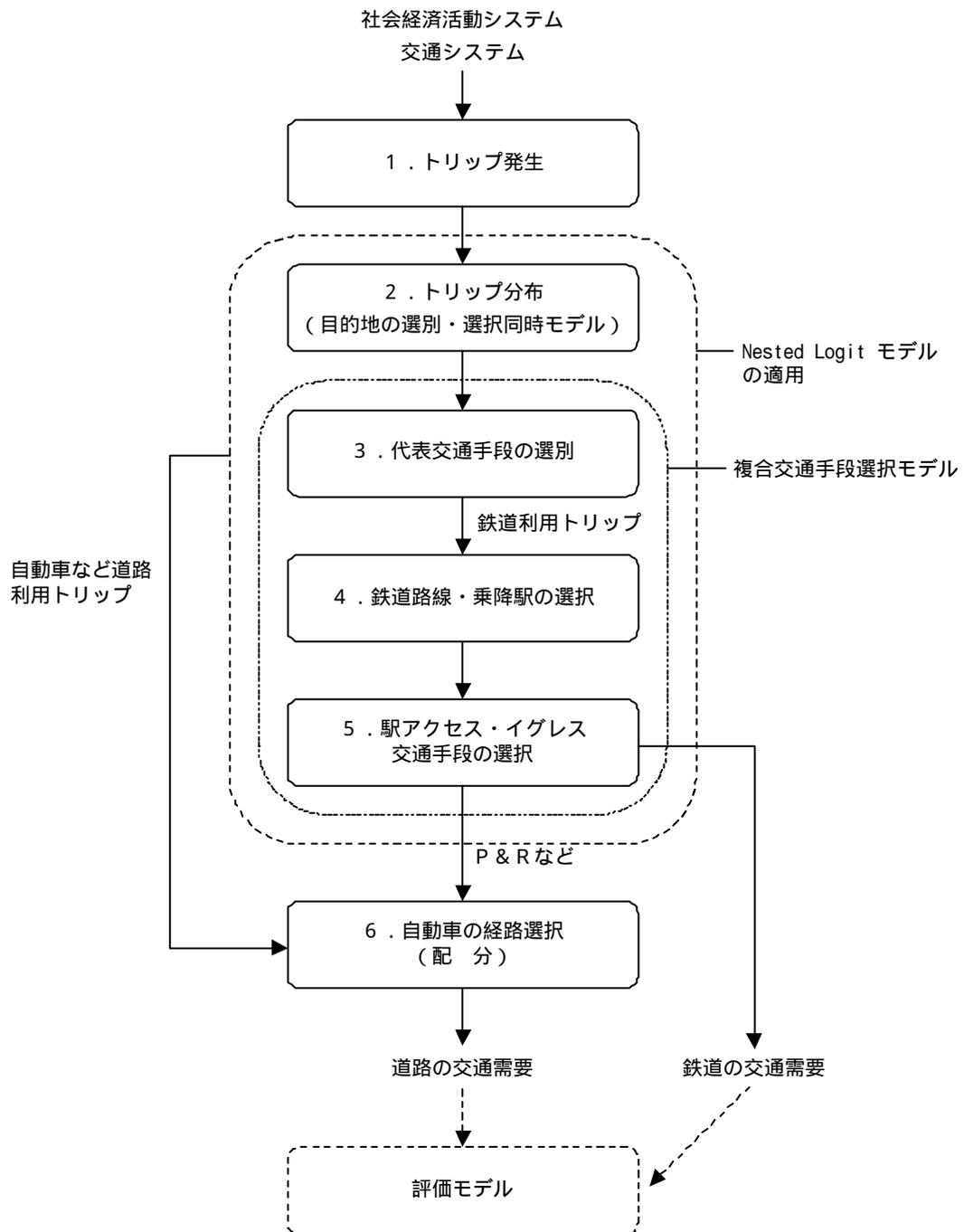


図 2-3 交通需要予測のプロセス

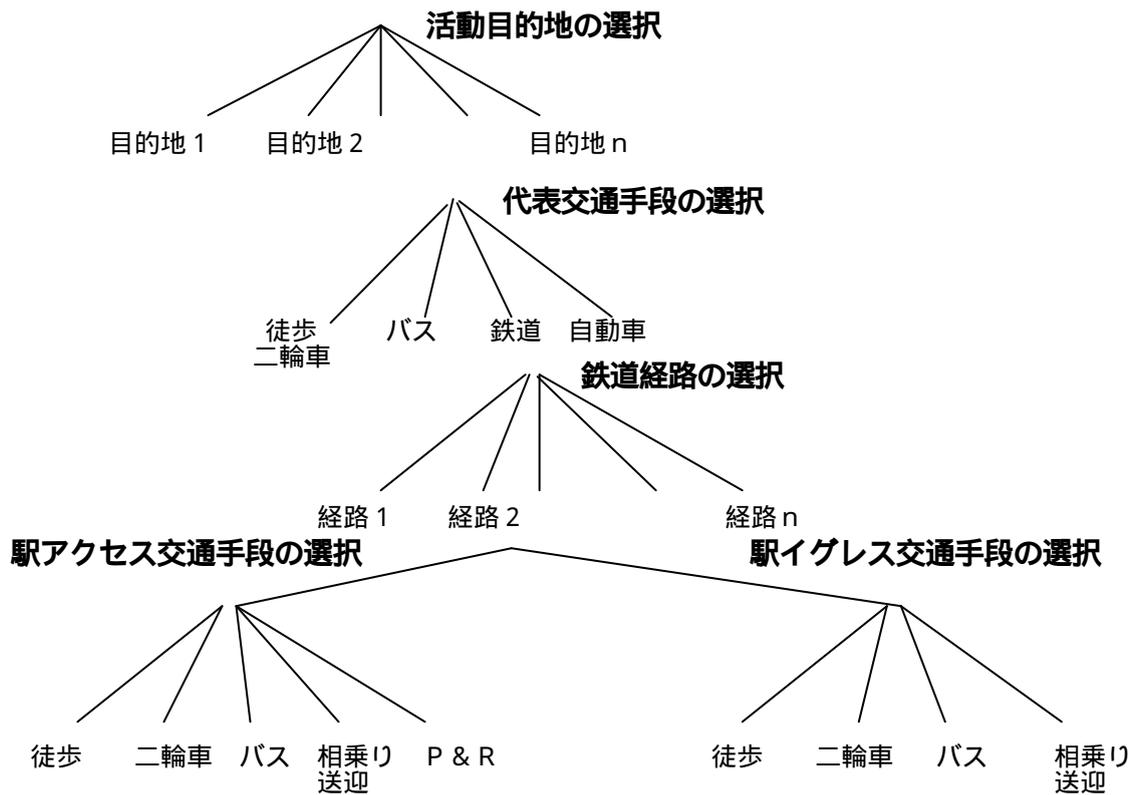


図 2-4 交通行動モデルの選択構造

交通目的セグメント	
	通勤 買物等 業務 通学 帰宅
1. トリップ発生	従来型の線形結合モデル
2. トリップ分布	目的地の選別・選択同時モデル 現在パターン法
3. 代表交通手段の選択	複合交通手段選択モデル
4. 鉄道路線・乗降駅の選択	
5. 駅アクセス・イグレス交通手段の選択	
6. 自動車の経路選択	配分法

図 2-5 交通需要予測モデルの構成

モデルの変数

モデル推計に用いた変数は以下の通りである。なお、印は実際にモデルに使用された変数を表す。

表 2-1 駅アクセス/イグレス交通手段選択モデル

交通手段	サービスレベル変数	適用
徒歩	徒歩所要時間	
二輪	二輪所要時間	
バス	最寄バス停アクセス徒歩時間 バス待ち時間 バス乗車時間 バス乗車外時間 バス乗り換え徒歩時間 バス乗り換え回数 イグレス徒歩時間	
相乗り/送迎	乗車内所要時間	
P & R	乗車内所要時間 駐車料金（駅半径 150m 以内の平均月極駐車料金） 駐車容量（駅半径 150m 以内の総駐車場容量）	

表 2-2 鉄道経路選択モデル

サービスレベル変数	適用
鉄道乗車内時間	
鉄道乗車外時間割合	
鉄道乗車待ち時間	
鉄道乗り換え時間	
鉄道乗車料金 / 路線距離	
鉄道乗り換え回数	
J R 線ダミー	
駅アクセス/イグレス交通選択モデルの合成効用	

表 2-3 代表交通手段選択モデル

交通手段	サービスレベル変数	適用
徒歩/二輪	徒歩所要時間	
自動車	乗車内時間 駐車場容量(発または着ゾーンの駐車場容量(駐車場整備地区)) 駐車容量 / 従業者数 駐車場整備地区外ダミー	
バス	最寄バス停アクセス徒歩時間 バス待ち時間 バス乗車時間 バス乗車外時間 バス乗り換え徒歩時間 バス乗り換え回数 イグレス徒歩時間	
鉄道	鉄道乗車内所要時間 鉄道待ち時間 鉄道乗り換え時間 鉄道乗り換え回数 鉄道料金 鉄道経路モデルの合成効用	

表 2-4 目的地選別・選択同時モデル

サービスレベル変数	適用
ゾーン面積 就業人口密度 非就業人口密度 (非就業人口 = 夜間人口 - 就業人口 - 通学者数) 2次従業者数密度 3次従業者数密度 小売業集積地ダミー (第3次従業者数に占める小売業従業者数の割合が 30%以上 1) 特別業務地区ダミー (都市計画で特別業務地区に指定されている場合 1) モールダミー (ゾーン間が歩行者モールで繋がっている場合 1) 交通手段の合成効用値 発ゾーンの夜間人口 発ゾーンの従業者数	

(2) 均衡配分モデル

平成 14 年度調査では、平成 13 年度研究の交通モデルの配分手法について、分割配分に
かわり均衡配分モデルを組み込んだ。

これまでの配分方法（分割配分）の問題点

計算方法が簡単であり実務的に長く活用されてきたが、以下の問題点が指摘されており、
本研究における詳細な施策検討には、十分対応できないと考えられる。

- ・分割回数や分割比率などの設定根拠を理論的、客観的に説明することが難しい。
- ・分割配分は、交通量推計に重点がおかれ、旅行時間計測には適さず、施策効果の評価に
十分対応できない。
- ・道路整備による交通量変化を必ずしも適切に予測できない可能性がある。

人口配置を設定する上で、交通サービス水準（ゾーン間所要時間）は重要であり、
本調査では分割配分を見直す必要がある。

均衡配分のメリット

均衡配分モデルのメリットは、次の通りである（参考文献を参照）。

- ・交通量配分の原理が理論的である（ワードロップの第一原理）。
等時間原則
それぞれのドライバーは、自分にとって最も旅行時間の短い経路を選択する。その結果として、起終
点間に存在する経路のうち、利用される経路の旅行時間はみな等しく、利用されない経路の旅行時間
よりも小さいか、せいぜい等しいという状態となる。
- ・分割回数などの恣意的なパラメータがなく、説得力が高い。
- ・比較的精度のよい地域間所要時間の推計が可能である。
- ・道路整備による交通量の変化について、問題が生じにくい。
- ・交通量の再現性は、分割配分と同程度である。

(3) 仙台都市圏への適用結果(交通量、所要時間)

交通量の再現性

配分結果を平成9年道路交通センサスの一般交通量調査(24時間調査 47箇所)と比較した。

推計値と実績値の相対誤差率は、分割配分よりも均衡配分がやや小さく、均衡配分の方が良好である。

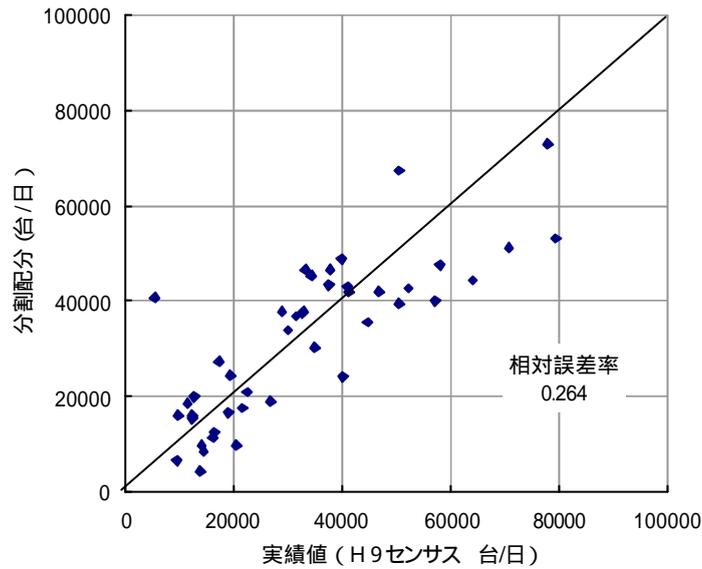


図 2-6 分割配分結果と実績値の比較(交通量)

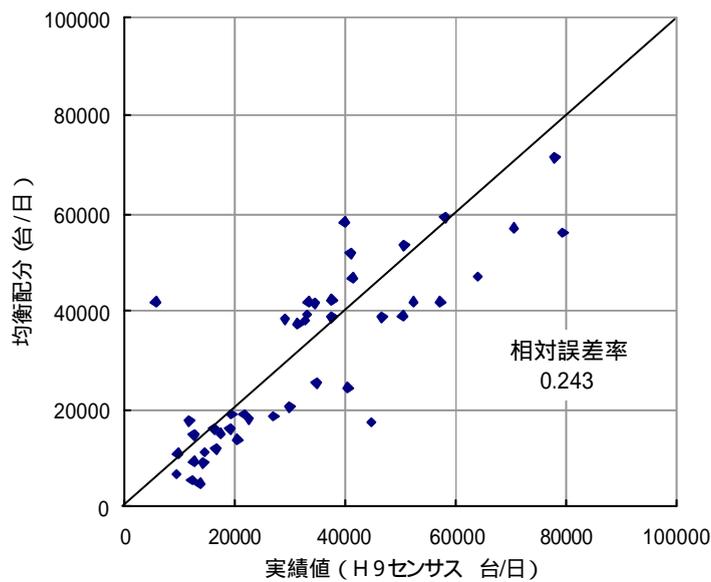


図 2-7 均衡配分結果と実績値の比較(交通量)

$$\text{相対誤差率} = \frac{|\text{実績値} - \text{推計値}|}{\text{実績値}}$$

旅行速度の再現性

分割配分及び均衡配分によるリンク別旅行速度（推計値）と道路交通センサス一般交通量の混雑時旅行速度（平成9年 実績値）とを比較した。

どちらの配分手法も相対誤差率（ $| \text{実績値} - \text{推計値} | \div \text{実績値}$ ）は40%を越えるが、均衡配分の方がやや低く、良好である。

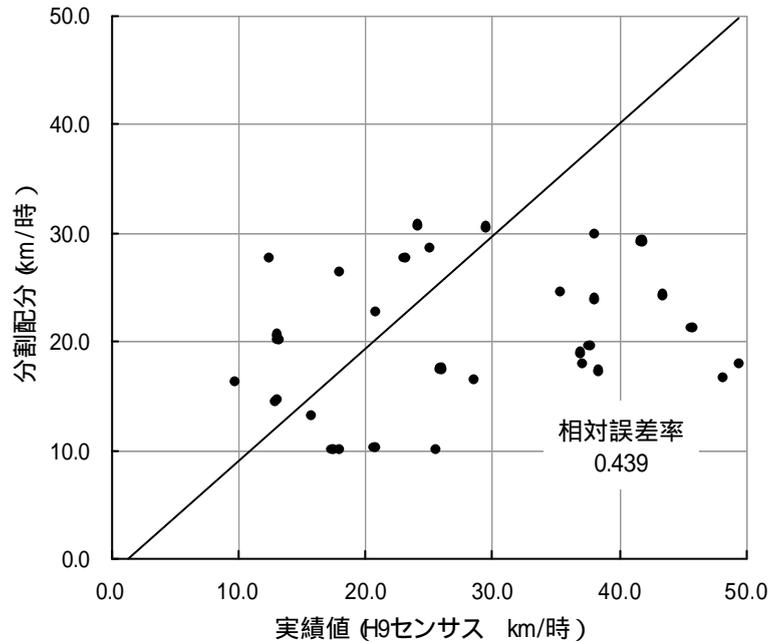


図 2-8 分割配分結果と実績値の比較（旅行速度）

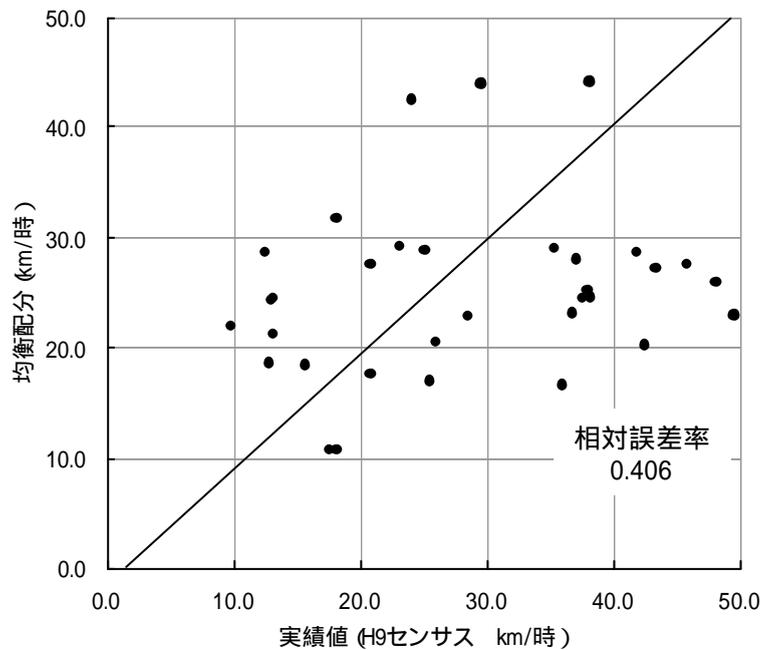


図 2-9 均衡配分結果と実績値の比較（旅行速度）

(4) 感度分析結果

改良した交通モデルが、個々の施策に係わる変数の変化で、予測値を適切に表現できるかどうかを、交通サービス水準を変化（例えば、鉄道待ち時間を±10%変化させる）させる等して、各変数の弾力性について分析（感度分析）を行った。

均衡配分×均衡モデルの感度

図 2-10 は、鉄道乗車時間の感度分析結果を「均衡配分×均衡モデル」と、通常モデル及び昨年度調査で構築された均衡モデル等と比べたものである。ここでは、帰宅目的以外の目的で、鉄道トリップ数の変化率を表した。

この感度分析の結果から、「均衡配分×均衡モデル」は他モデルと比べて特異値はなく、シミュレーション上問題ないと判断できる。

- 通常モデル 分割配分で、混雑状況をフィードバックさせていない
- 均衡モデル 分割配分で、混雑状況をフィードバックさせている（H13年度）
- 均衡配分×均衡モデル 均衡配分で、混雑状況をフィードバックさせている（H14年度）

表 2-5 感度分析

通常モデル					
	-20%	-10%	0%	10%	20%
徒歩二輪	-0.2%	-0.1%	0.0%	0.1%	0.2%
自動車	-1.4%	-0.7%	0.0%	0.7%	1.3%
バス	-1.3%	-0.7%	0.0%	0.8%	1.6%
鉄道	9.0%	4.6%	0.0%	-4.5%	-8.9%
均衡配分×均衡モデル					
	-20%	-10%	0%	10%	20%
徒歩二輪	-0.3%	-0.2%	0.0%	0.2%	0.4%
自動車	-1.1%	-0.5%	0.0%	0.5%	1.0%
バス	-1.0%	-0.6%	0.0%	0.6%	1.3%
鉄道	7.9%	4.0%	0.0%	-3.9%	-7.9%

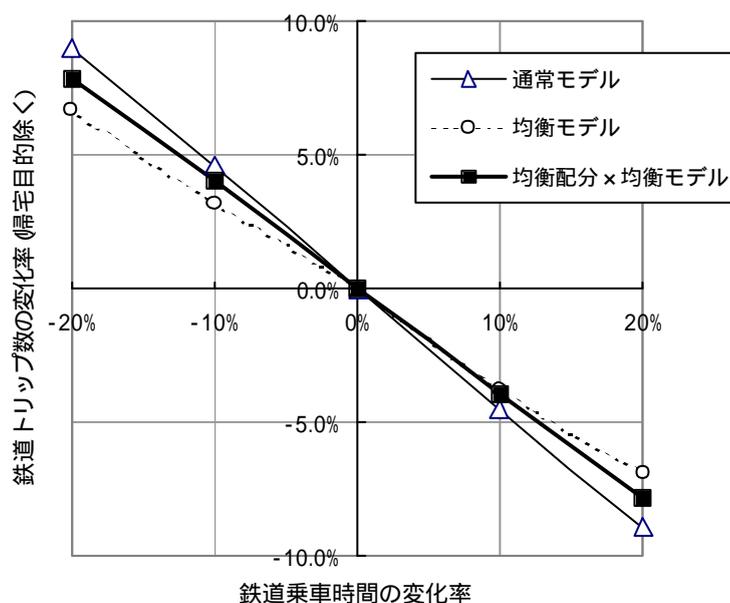


図 2-10 感度分析（鉄道乗車時間）

感度分析結果

鉄道乗車人口以外にも、以下の変数についての感度分析を行った。

(鉄道)

鉄道乗車時間、鉄道待ち時間、P & R 駐車料金

(バス)

バス待ち時間、バスアクセス時間

(自動車)

駐車容量

鉄道については、待ち時間、乗車時間ともに鉄道転換を促進させるが、乗車時間短縮よりは、待ち時間短縮の方が、効果が大きいことが読みとれる。

下表の結果は、昨年度調査とほぼ同様であり、乗車時間及び待ち時間、駐車容量、P & R 料金の変数の変化について、適切に表現しているものと考えられる。

表 2-6 均衡配分 × 均衡モデルによる弾力性

	トリップ数の変化			備考
	鉄 道	バ ス	自 動 車	
鉄道乗車時間	0.477		-0.076	鉄道及び自動車ともに鉄道沿線間のトリップ数変化
鉄道待ち時間	1.589		-0.242	鉄道及び自動車ともに鉄道沿線間のトリップ数変化
バス待ち時間		0.666	-0.040	バス及び自動車ともに都市圏全域のトリップ数変化
バスアクセス時間		0.723	-0.043	バス及び自動車ともに都市圏全域のトリップ数変化
駐車容量			-0.294	鉄道沿線間のトリップ数変化
P & R 料金	0.216		-0.049	鉄道及び自動車ともに沿線外地区発～鉄道沿線着のトリップ数変化

1%変化した(減少させた)場合のトリップ数の変化率

変数の変化に直接関わる交通手段を網掛け、その変化に対応する他手段の変化部分は網掛けなし

表 2-7 均衡モデルによる弾力性(平成 13 年度研究)

	トリップ数の変化			備考
	鉄 道	バ ス	自 動 車	
鉄道乗車時間	0.385		-0.063	鉄道及び自動車ともに鉄道沿線間のトリップ数変化
鉄道待ち時間	1.381		-0.231	鉄道及び自動車ともに鉄道沿線間のトリップ数変化
バス待ち時間		0.638	-0.021	バス及び自動車ともに都市圏全域のトリップ数変化
バスアクセス時間		0.770	-0.027	バス及び自動車ともに都市圏全域のトリップ数変化
駐車容量			-0.290	鉄道沿線間のトリップ数変化
P & R 料金	0.194		-0.070	鉄道及び自動車ともに沿線外地区発～鉄道沿線着のトリップ数変化

(5) 時間帯別 NO_x 排出量推計にあたって

環境評価モデルの NO_x 拡散シミュレーションは、季節及び時間帯による気象状況の変化を考慮して推計するため、NO_x 排出量は平休日別時間帯別に推計する必要がある。

このため、NO_x 排出量は、交通モデルにより推計される 1 日あたりの交通量から時間帯別交通量を推計し、算出した。

時間帯別交通量は、平成 9 年道路交通センサス一般交通量データを活用して推計を行った。具体的には、センサスの調査地点に対応する配分対象道路ネットワークのリンクについては、その調査地点の時間帯データを活用するが、市町村道など、道路交通センサスの調査対象外の道路については、沿道状況 (DID、他市街地部、平地山地の 3 区分) 別車線数別に時間帯別平均交通量を仙台都市圏について別途算定し、時間帯別交通量の推計に活用した。時間帯別交通量を活用して旅行速度を推計した。

旅行速度モデルを下式に示す。

< 旅行速度モデル式 >

活動モデルから推計される交通量から旅行速度を推計するにあたり、本研究では交通量と旅行速度の関係を下式のように設定した。

) 基本構造

道路区間の所要時間は、以下の要素から構成されると想定した。

$$\text{所要時間} = \left\{ \begin{array}{l} \text{法定最高速度} \\ \text{での走行時間} \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} \text{混雑による} \\ \text{遅れ時間} \end{array} \right\} + \left\{ \begin{array}{l} \text{信号・沿道状況} \\ \text{による遅れ時間} \end{array} \right\}$$

) 旅行速度モデルの推定結果

上記の基本構造に基づき定式化し、パラメータを推計した。混雑による遅れ時間は混雑度を説明変数とし、信号・沿道状況による遅れ時間は、区間延長あたりの信号付き交差点数、DID 延長、その他市街部延長を説明変数とする、以下の式を仮定した。

道路交通センサスデータ (平成 9 年度) を活用して、以下の旅行速度モデルを構築した。

$$V_t = \frac{60}{T_t}$$

$$T_t = \left\{ \frac{60}{V_{\max}} \right\} + \left\{ 1.0399 \left(\frac{Q_t}{2000N} \right)^{2.2615} \right\} + \left\{ 0.1287 \frac{\text{sgnl}}{L} + 0.8566 \frac{\text{did}}{L} + 0.1760 \frac{\text{urbn}}{L} + 0.1362 \right\}$$

ここに Q_t : 時刻 t における交通量 (台/hr)

V_t : 時刻 t における走行速度

T_t : 時刻 t における 1 km あたりの所要時間 (min/km)

V_{\max} : 法定最高速度 (km/hr)

N : 片側車線数

L : 区間延長 (km)

Sgnl : 信号付き交差点数 (箇所)

Did : DID 延長 (km)

urbn : その他市街部延長 (km)

2 - 3 . 土地利用モデル

(1) 都市圏人口フレームの設定

人口問題研究所の推計値（宮城県）

仙台都市圏の人口フレームは、国立社会保障・人口問題研究所の宮城県推計値を活用して推計する。

国立社会保障・人口問題研究所において、平成 14 年 3 月に新しい都道府県の将来人口が推計されていることから、この推計値を活用して都市圏人口フレームを設定した。

新しい宮城県の将来推計値は、2020 年（平成 32 年）で、人口問題研究所の平成 9 年推計値と比べ、約 10 万人減少（約 5 % 減）となっている。

表 2-8 人口問題研究所推計値の比較（宮城県）

	1995	2000	2005	2010	2015	2020
H 9 推計値	2,328,739	2,365,320	2,450,000	2,495,000	2,523,000	2,530,000
H 14 推計値			2,397,000	2,413,000	2,414,000	2,396,000
差分 (H 14 - H 9)			-53,000	-82,000	-109,000	-134,000
比率((H14 - H 9)/H 9)			-2.2%	-3.3%	-4.3%	-5.3%

1995、2000 は実績値（国勢調査）
単位：人

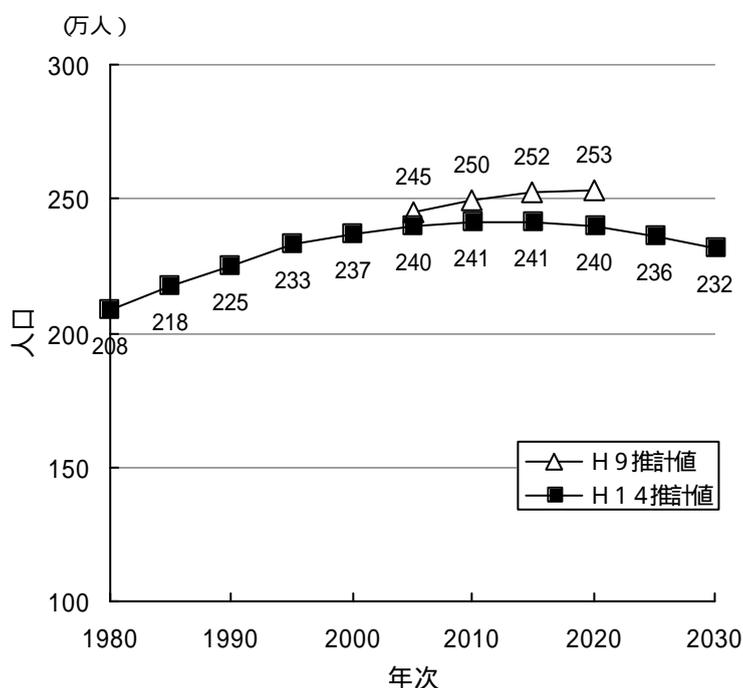


図 2-11 人口問題研究所の推計値（宮城県）

仙台都市圏人口フレーム

昨年度調査と同様に、人口問題研究所推計の宮城県値に、都市圏の人口シェア（現況 65.5%）を乗じて、都市圏夜間人口を設定した。

就業人口（常住地ベースの就業者数）従業人口（従業地ベースの就業者数）は、夜間人口に対する就業率（夜間人口に対する就業人口の比率 現況 0.5）、就業人口と従業人口比である就従比（= 従業人口/就業人口 現況 1.07）を乗じて求めた。

都市圏夜間人口は、2020 年で、157 万人（対現況 1.04 倍）となる。2015 年に人口ピークを迎える。

表 2-9 仙台都市圏人口フレーム

	現況	推計値				
	1997	2000	2005	2010	2015	2020
夜間人口	1,505,098	1,549,000	1,570,000	1,580,000	1,581,000	1,569,000
就業人口	748,512	770,000	781,000	786,000	786,000	780,000
従業人口	801,980	825,000	837,000	842,000	842,000	836,000

仙台都市圏資料より作成
単位：人

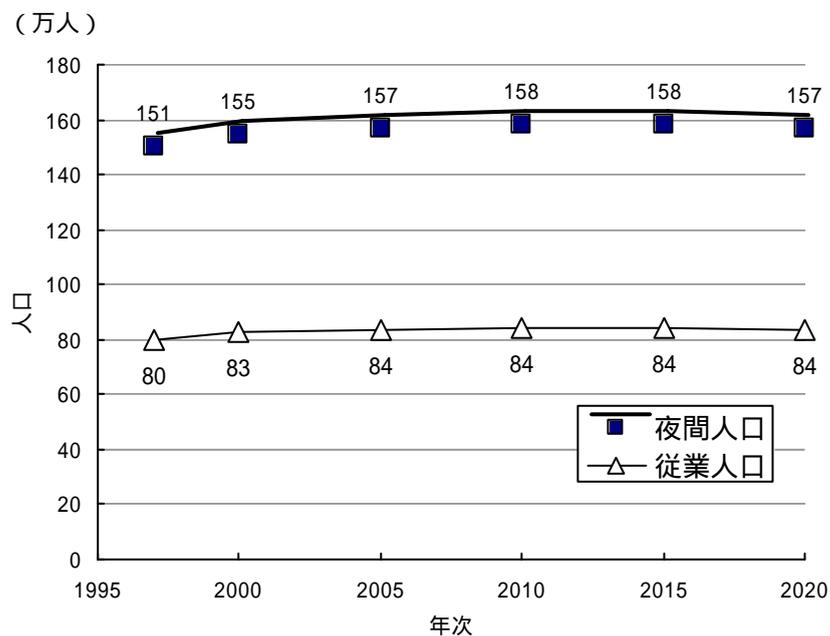


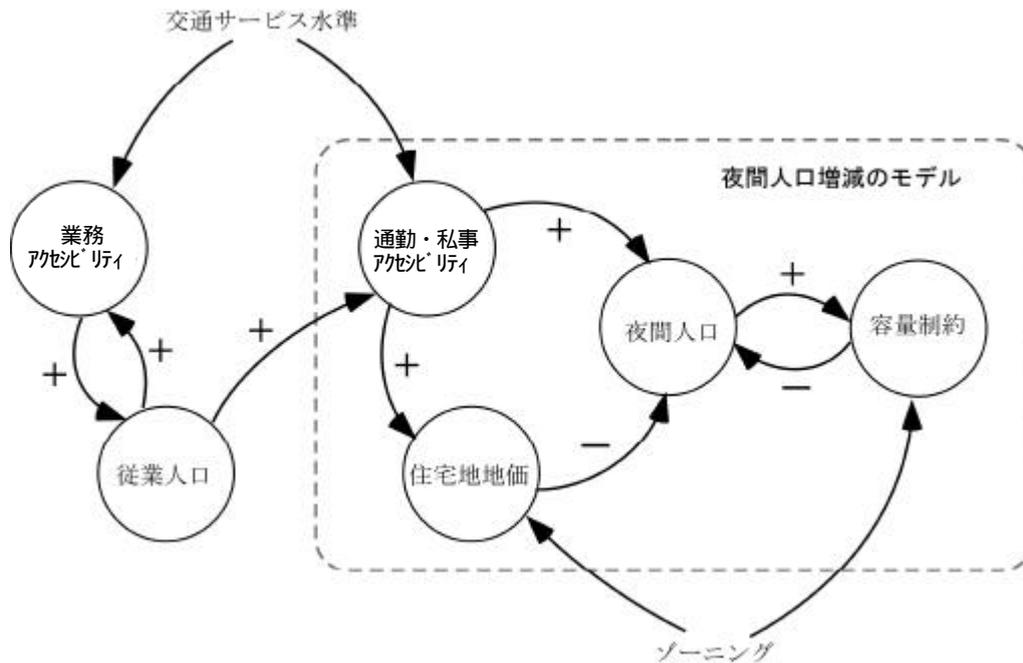
図 2-12 都市圏人口フレーム

(2) 土地利用モデルによる人口配置推計方法

モデルの概要

ここでの土地利用モデルは、交通施策と夜間人口及び従業人口の因果関係を説明するモデルである。

交通サービス水準と夜間人口、従業人口の因果関係を以下のように想定した。



図中の+ / - は、矢印で結ばれた2つの変数間の関係を表すものであり、「+」の場合は、一方の変数の変化に対応して、同方向に変化が生じる変数間の関係であることを示す。「-」は、変数間の変化が、逆方向の関係であることを表す。

図 2-13 モデルの因果パス・ダイアグラム

夜間人口モデル

における仮定のもと、夜間人口モデル（増減を表すモデル）は以下ようになる。

仙台都市圏物資流動調査報告書（計画編）より

<夜間人口モデル>

$$\ln \frac{\text{pop}_{t_i}}{\text{pop}_{t-1,i}} = -0.1054 + 0.0266 \text{acc}_{t-1,i}^S - 0.00021 \text{lv}_{t-1,i} - 0.00036 \frac{\text{pop}_{t-1,i}}{\text{ar}_i} + 0.0698 \frac{\text{dev}_{t_i}}{\text{pop}_{t-1,i}} - 0.0229 \frac{\text{ur}_i}{\text{ar}_i} \quad (R^2 = 0.568)$$

ここに、t：時点を表す添え字（t-1は前時点を表す） 本調査では5カ年間隔

i：ゾーンを表す添え字（1～236ゾーン）

pop_{t_i}：夜間人口[人]、acc_{t-1,i}^S：前期の私事目的のアクセシビリティ（合成効用）

lv_{t-1,i}：前期の住宅地地価[千円/m²]、ar_i：ゾーンの面積[ha]

dev_{t_i}：当期の住宅地開発による計画人口[人]

ur_i：市街化区域（用途地域）面積[ha]

地価は交通利便性に規定されるものと考え、ここでは内生変数として扱う。

<住宅地価モデル>

$$\ln \text{lv}_{t_i} = 6.0458 + 0.1779 \text{acc}_{t_i}^C + 0.4809 \text{acc}_{t_i}^S + 0.2054 \ln \text{wid}_{t_i} + 0.3438 \text{zd}_{t_i} + 0.2989 \text{sd}_i \quad (R^2 = 0.910)$$

ここに、t：時点を表す添え字、i：ゾーンを表す添え字（1～236ゾーン）

lv_{t_i}：住宅地地価[千円/m²]、acc_{t_i}^C：通勤目的のアクセシビリティ（合成効用）

acc_{t_i}^S：私事目的の合成効用、wid_{t_i}：ゾーン内の平均道路幅員[m]

zd_{t_i}：用途地域指定の有無（ゾーンiで用途地域が指定されていれば1、その他0）

sd_i：仙台市域内ダミー（ゾーンiが仙台市域内のときに1、その他0）

目的別のアクセシビリティは交通行動モデルの計算過程で算出される内生変数である。

従業人口モデル

前項の仮定のもと、従業人口モデル（増減率を表すモデル）は以下ようになる。

仙台都市圏物資流動調査報告書（計画編）より

< 従業人口モデル >

(1. 農林漁業)	$\ln \frac{em 1_{ti}}{em 1_{t-1,i}} = 0$	現況分布パターン
(2. 建設業等)	$\ln \frac{em 2_{ti}}{em 2_{t-1,i}} = -1.2399 + 0.1455acc_{t-1,i}^B$	($R^2 = 0.870$)
(3. 製造業)	$\ln \frac{em 3_{ti}}{em 3_{t-1,i}} = -0.6400 + 0.0816acc_{t-1,i}^B$	($R^2 = 0.943$)
(4. 卸・小売業)	$\ln \frac{em 4_{ti}}{em 4_{t-1,i}} = -0.8279 + 0.0888acc_{t-1,i}^B$	($R^2 = 0.985$)
(5. サービス業)	$\ln \frac{em 5_{ti}}{em 5_{t-1,i}} = -1.1659 + 0.1223acc_{t-1,i}^B$	($R^2 = 0.963$)
(6. 公務)	$\ln \frac{em 6_{ti}}{em 6_{t-1,i}} = 0$	現況分布パターン

ここに、 t : 時点を表す添え字 ($t - 1$ は前時点を表す)

i : ゾーンを表す添え字 (1 ~ 236 ゾーン)

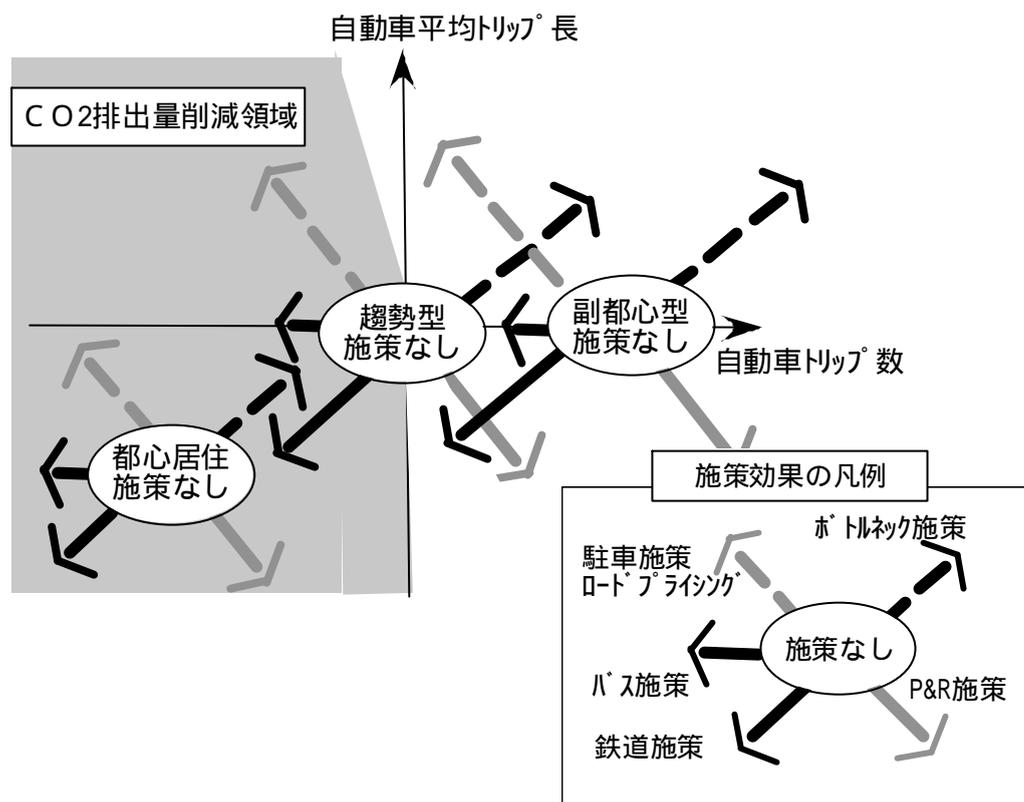
$em 1_{ti}, em 2_{ti}, \dots, em 6_{ti}$: 産業種類 1 ~ 6 毎の従業者数 [人]

$acc_{t-1,i}^B$: 業務目的の Δ 変化 $\hat{\Delta}$ リ Δ (合成効用) (前期)

2 - 4 . ケース設定

(1) 平成 13 年度研究成果における考察

平成 13 年度研究において、環境負荷を軽減する交通施策としては、自動車から公共交通への転換を促し、職住の近接を図るなどして、トリップ長を短くする施策が有効であることが明らかになった(下図参照)



ここでは、自動車から公共交通への転換を促すと同時にトリップ長を短くする公共交通施策(鉄道待ち時間-50%、バス待ち時間-50%)を中心に、都市構造に対応したその他の交通施策を組み合わせることでケース設定を行った。

図 2-14 施策効果の概念図(平成 13 年度研究の成果)

(2) 都市構造に対応した交通施策の考え方

趨勢型の人口配置（郊外部で夜間人口増、都心部で従業人口増）のもとでは、交通流動は都心と郊外間が活発となり、交通政策は都心部を中心にした放射方向の対策が中心となる。これに対して、都心居住型では、都心部周辺の交通流動が活発になることから、限られた都心部の空間を有効活用する企図から、例えば、都心部の駐車容量削減が想定され、これに伴い自動車を利用しなくても都心部へ行けるよう公共交通の利便性向上が併せて想定される、また、副都心型では、都心部及び副都心に関わる様々な交通流動が発生し、副都心間を結ぶ環状道路の整備や公共交通の利便性向上が想定される。

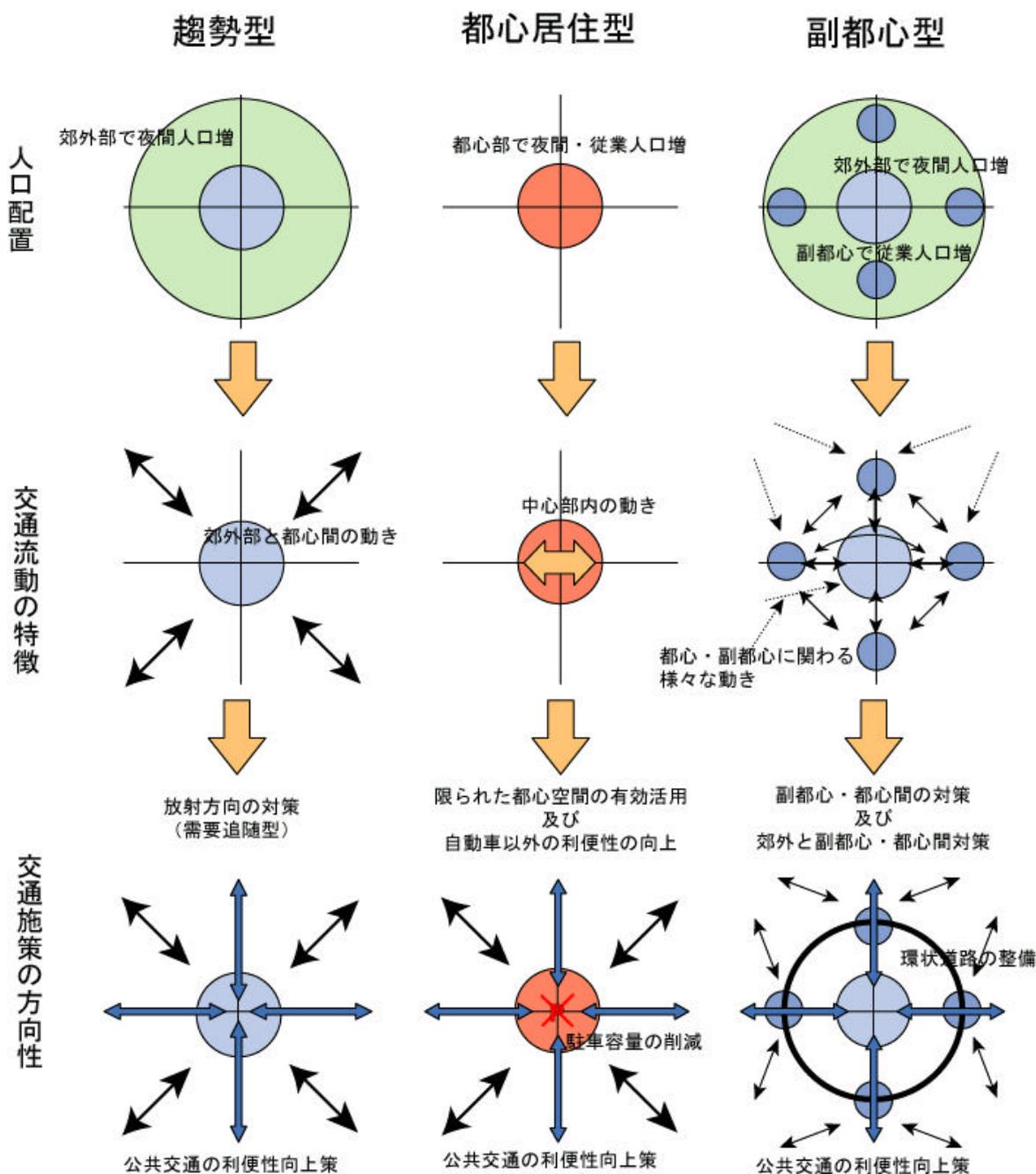


図 2-15 都市構造に対応した交通施策の組合せ

(3) シミュレーションのケース設定

以下に示すケースで、2020年(平成32年)におけるシミュレーションを行う。

Case -1 (趨勢+公共交通施策)

- ・趨勢下における、公共交通施策(鉄道・バス施策)

Case -1 (都心居住+公共交通施策)

- ・都心居住下における、職住近接を図る公共交通施策(鉄道・バス施策)

Case -2 (都心居住+公共交通施策+TDM施策)

- ・都心居住下における、職住近接を図る公共交通施策(鉄道・バス施策)及び都心部の駐車容量施策

Case -1 (副都心+公共交通施策)

- ・副都心型における、公共交通施策(鉄道・バス施策)

Case -2 (副都心+公共交通施策+道路ネットワーク施策)

- ・副都心型における、公共交通施策(鉄道・バス施策)及び副都心間を結ぶ環状道路整備

表 2-10 シミュレーションケースの設定

都市構造 施策		趨勢型 ()	都心居住型 ()	副都心型 ()
交通 施策	なし	Case	Case	Case
	道路ネットワーク 施策 (環状道路整備)			Case -2 環状道路整備 鉄道待ち時間-1/2 バス待ち時間-1/2
	公共交通施策 (鉄道施策・バス施策)	Case -1 鉄道待ち時間-1/2 バス待ち時間-1/2	Case -1 鉄道待ち時間-1/2 バス待ち時間-1/2	Case -1 鉄道待ち時間-1/2 バス待ち時間-1/2
	TDM施策 (駐車容量施策)		Case -2 鉄道待ち時間-1/2 バス待ち時間-1/2 駐車容量-1/2	

(4) 各施策の内容(シミュレーション条件)

都市構造

都市構造として次の3つの条件下でシミュレーションを行った。

) 趨勢型

トレンドの人口動向(夜間人口は郊外部で増加、従業人口は都心部で増加)
人口は、P.24のモデルによりゾーン人口が推計され、これからゾーン人口比を求め、別途設定された都市圏トータル人口を、ゾーン別に按分する

) 都心居住型

都心地域における家賃補助

都心居住誘導型は、趨勢型の開発人口(夜間人口)を半分に抑制するとともに、家賃補助の導入を想定し、夜間人口モデルの住宅地価パラメータを半減させ、都心居住を誘導するケースとした。

) 副都心型

都心部の従業人口を現況に抑え、トレンドで増加する都心部の増加従業人口を、4つの副都心へ再配分した。再配分方法は、平成13年度研究の各副都心の従業人口規模に応じて按分した。

ゾーン区分

本研究のゾーン区分は、第3回仙台都市圏パーソントリップ調査のゾーン区分を適用し、仙台都市圏20市町村を236ゾーンに区分したゾーニングとなっている。

1) 開発人口（夜間人口）

既計画・構想の開発人口（夜間人口）は以下のように整理される。開発地区だけで、約17万人の夜間人口を収容することが可能となる。都心居住型では、上記の収容可能人口を半分にし、人口配置を推計した。

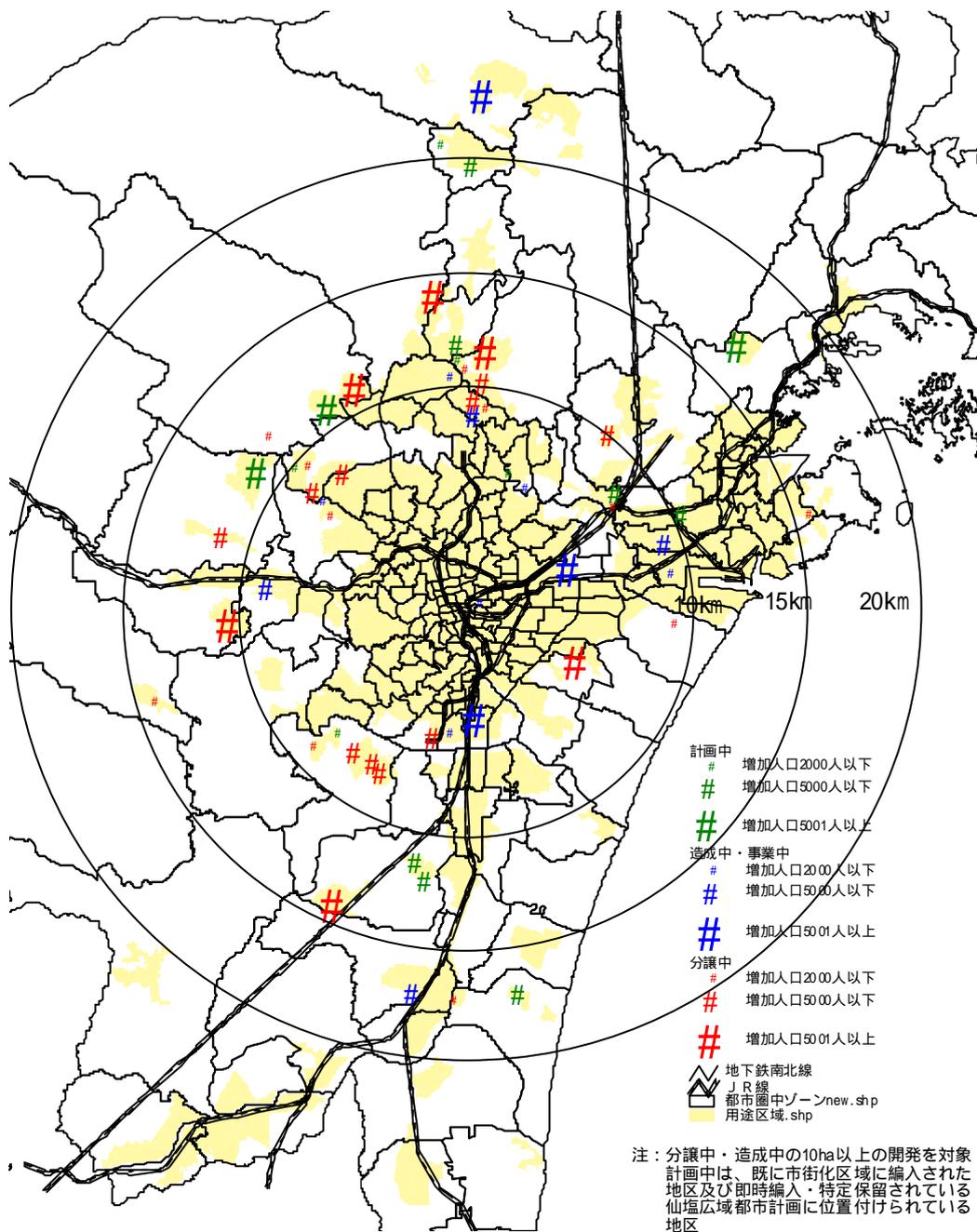


図 2-16 開発人口（夜間人口）

2) 家賃補助の対象ゾーン

郊外開発の抑制とともに、家賃補助により都心居住を図る地域として、仙台市の旧市街地部で、北は仙山線、南は広瀬川、東はJR貨物線で囲まれた地域を対象とした。

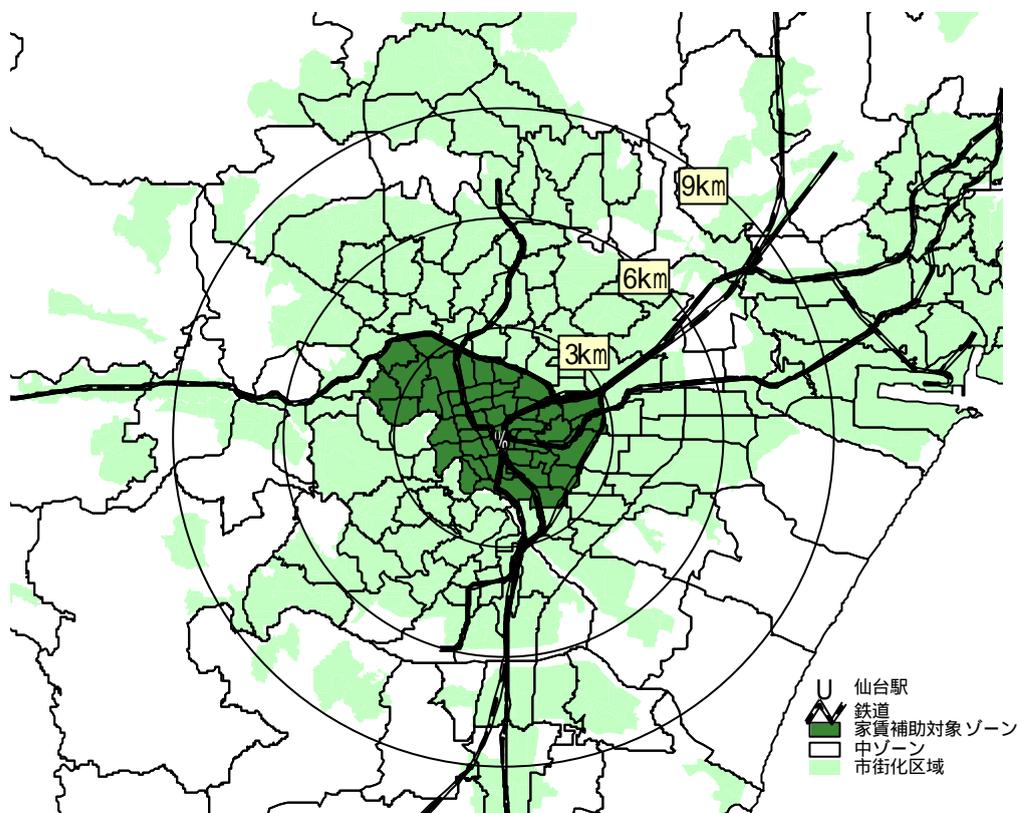


図 2-17 家賃補助対象ゾーン

3) 副都心該当ゾーン

副都心に該当するゾーンとして、下記のゾーンを設定した。

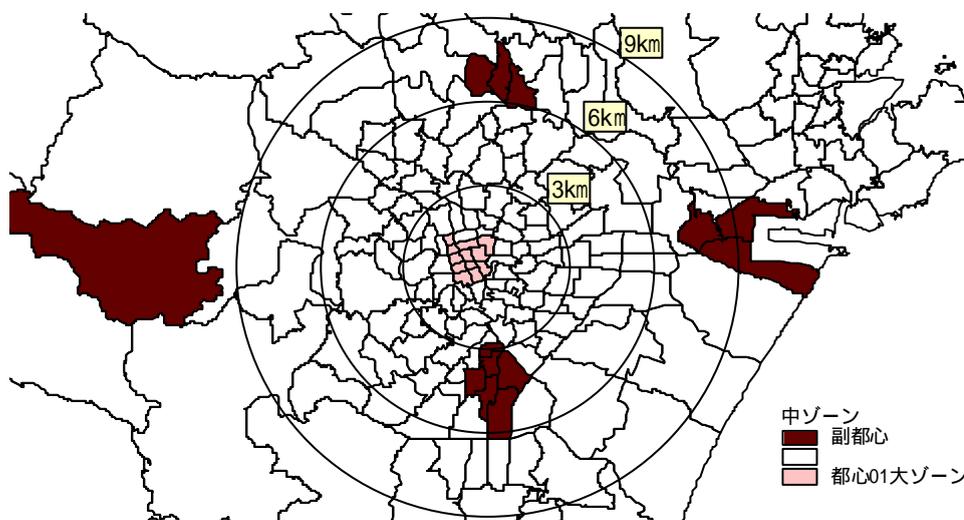


図 2-18 副都心該当ゾーン

交通施策

交通施策の設定条件は次の通りである。

1) ネットワーク（各ケース共通）

将来道路ネットワークは、仙台都市圏の都市計画道路において、2010年までに事業見通しがある道路（約150km）から構成されるネットワークとする。また、鉄道について、地下鉄東西線の供用を見込む。

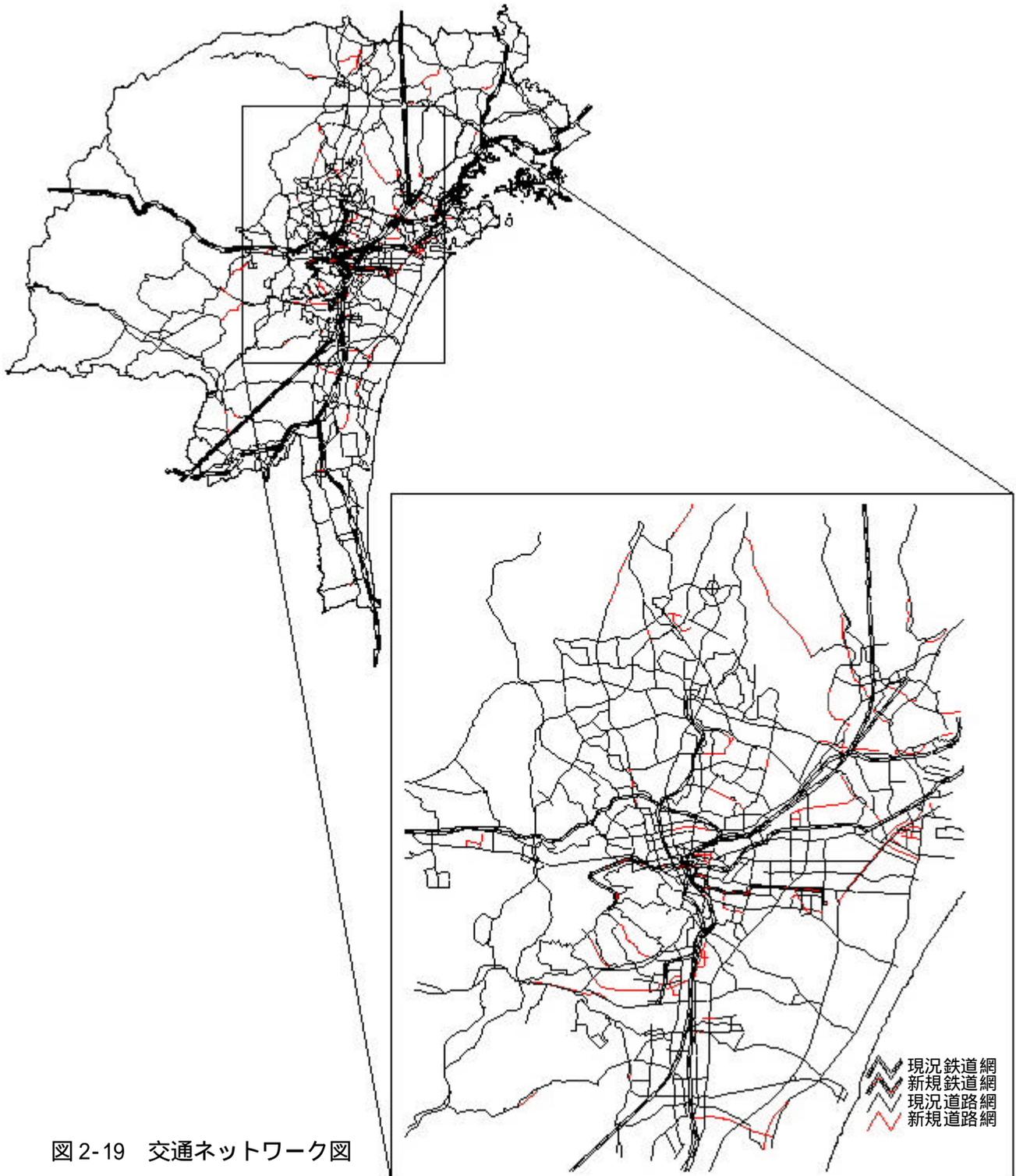


図 2-19 交通ネットワーク図

2) 鉄道施策

全駅の待ち時間を1/2とした。

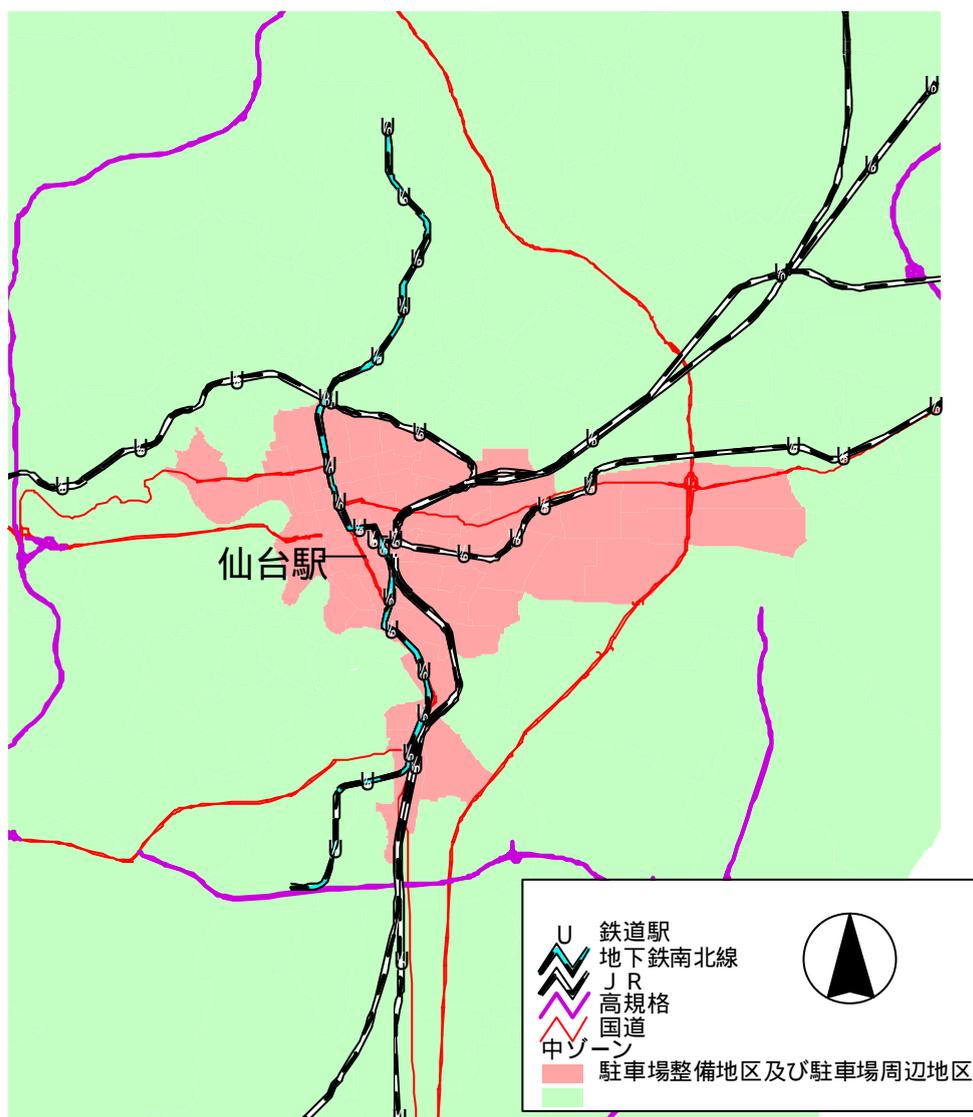
3) バス施策

全バス停の待ち時間を1/2とした。

4) 駐車施策

仙台の駐車場整備地区及び駐車場周辺地区の駐車容量を1/2とした。

(駐車場整備地区及び駐車場周辺地区の位置は下図参照)



(駐車場整備地区及び駐車場周辺地区に該当する中ゾーンを表示)

駐車場整備地区と駐車場周辺地区では、附置義務条例における附置すべき建築物条件が異なる。

図 2-20 駐車場整備地区

5) 環状道路整備

環状道路は、仙台都市圏の内環状道路として位置づけられている道路を対象とした。

将来道路ネットワークに、下図の追加区間（赤色の区間）と、現道の拡幅区間（青色の区間）を設定した。

環状道路は、計画ベースで幅員 36mの幹線道路であり、6車線なみの道路容量（44,800台/日）を設定した。

また、今回のネットワークでは、環状道路は、環状道路と交差する道路と結節させている。

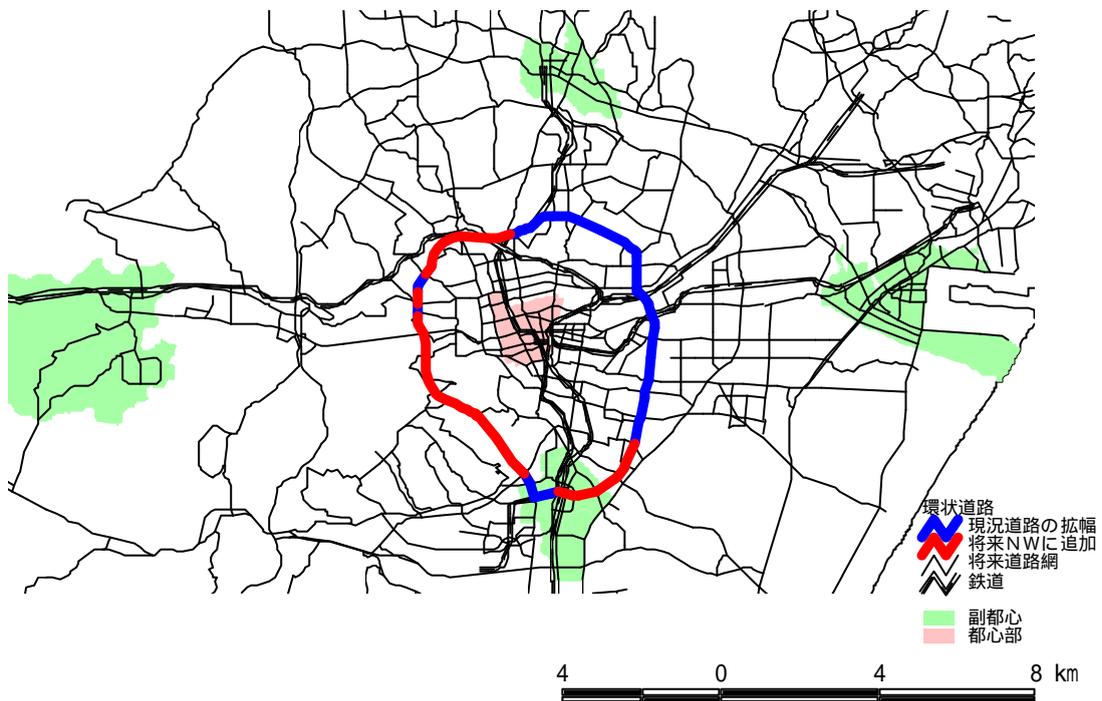


図 2-21 環状道路の位置図

2 - 5 . シミュレーション結果

(1) 人口配置の推計結果

現況と趨勢型 (Case) の比較

趨勢型 (Case) では、夜間人口は都心部で減少し郊外で増加する。従業人口は、都心部で増加する。

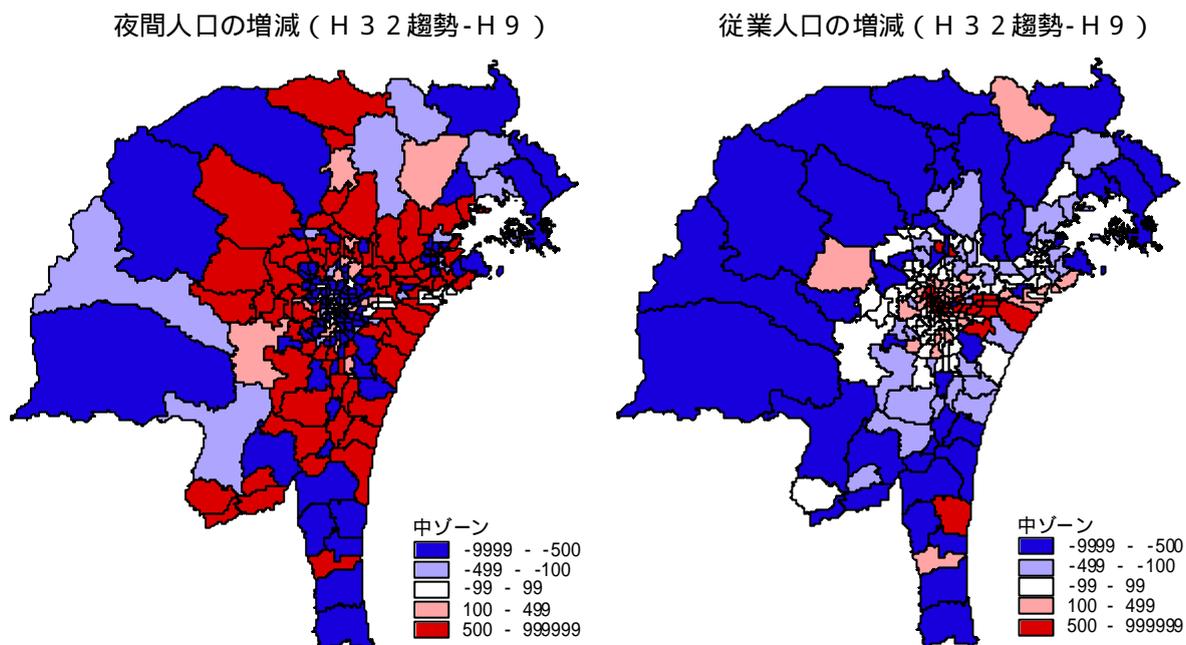


図 2-22 Case の人口増減

各ケースの比較

都心居住型 (Case) では、家賃補助を対象にしたゾーンの夜間人口は、対現況で 1.17 倍 (都市圏全体 1.04 倍)、対 Case で 1.50 倍に増加する。

副都心型 Case では、副都心周辺と郊外部で夜間人口が増加する。

交通施策を導入した「Case -1」「Case -1」「Case -2」「Case -1」「Case -2」の何れも、交通施策を入れない場合と比較して、郊外部で夜間人口が増加する。

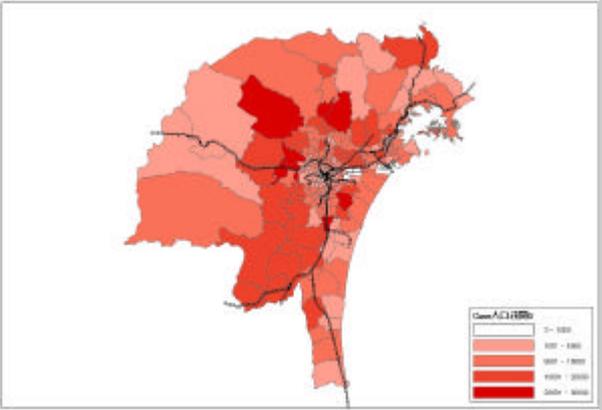
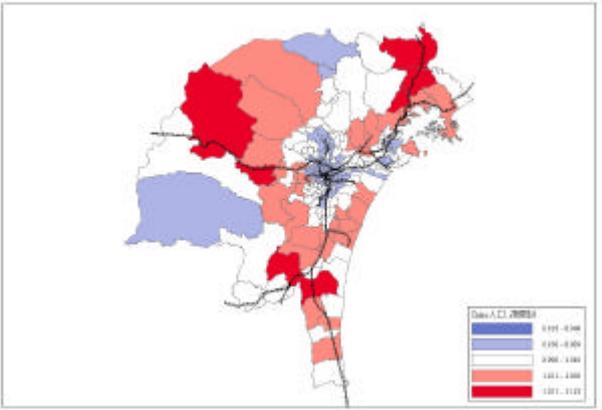
従業人口は、副都心型 (Case) では結果として、対現況で 2.36 倍 (都市圏全体 1.04 倍)、対 Case で 2.29 倍と増加したが、その他のケースでは交通施策の影響は見られなかった。

1) 夜間人口の分布対 Case

右図は、Case に対する夜間人口増減を伸び率で表したものである。

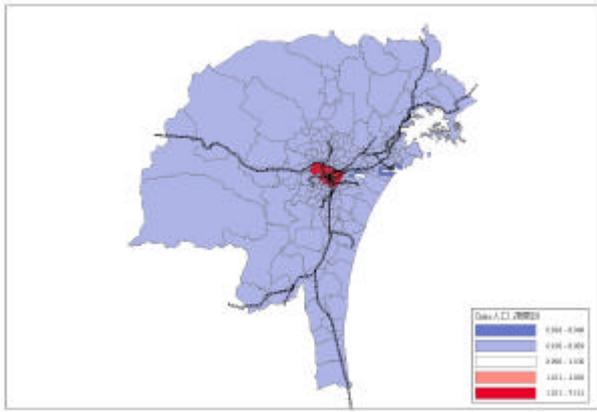
都心居住型では都心部周辺で増加し、副都心型では副都心及びその郊外（背後圏）で増加している。

公共交通施策が導入されたケースでは、鉄道沿線の郊外部で夜間人口が増加する

都市構造 / 施策	趨勢型
なし	<p style="text-align: center;">Case</p>  <p style="text-align: right;">本ケースを基準に他ケースを比較する。</p>
公共交通 施策	<p style="text-align: center;">(Case -1) / (Case)</p> 
TDM、 道路施策	

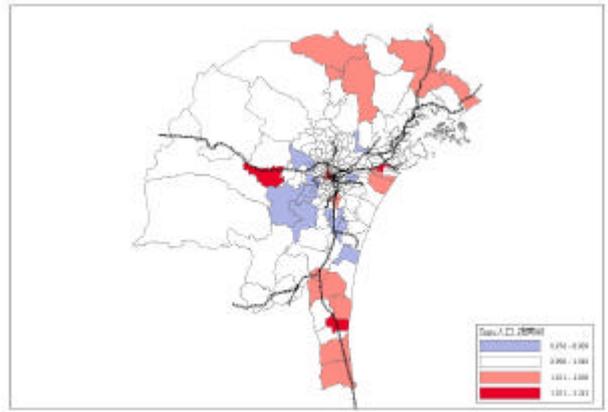
都心居住型

(Case) / (Case)

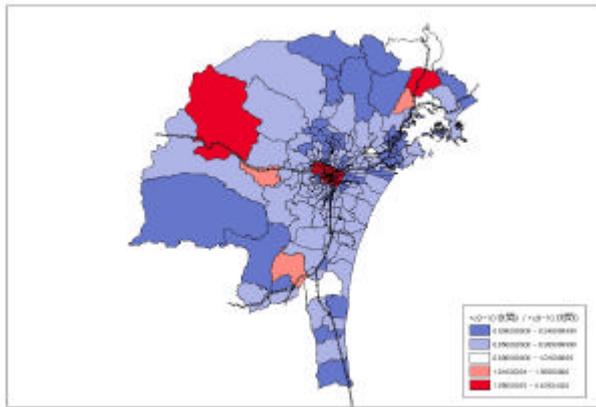


副都心型

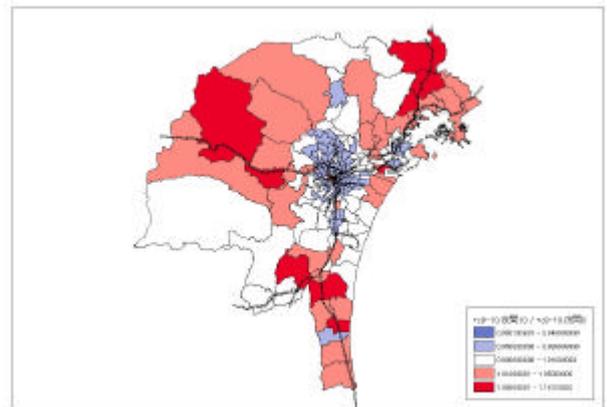
(Case) / (Case)



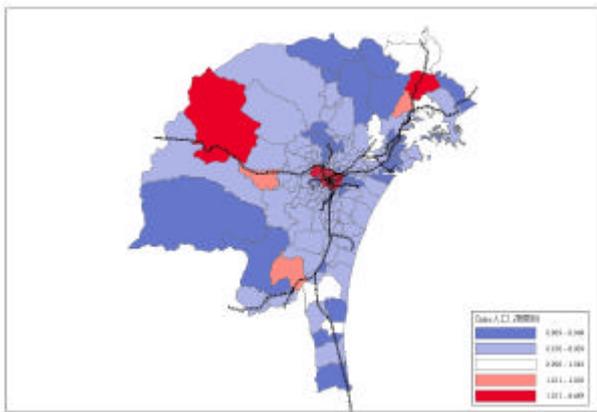
(Case -1) / (Case)



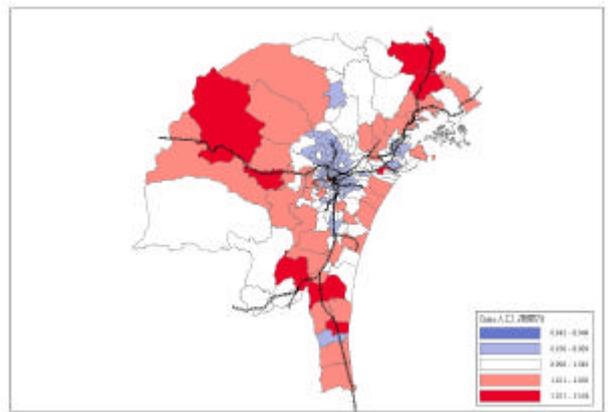
(Case -1) / (Case)



(Case -2) / (Case)



(Case -2) / (Case)

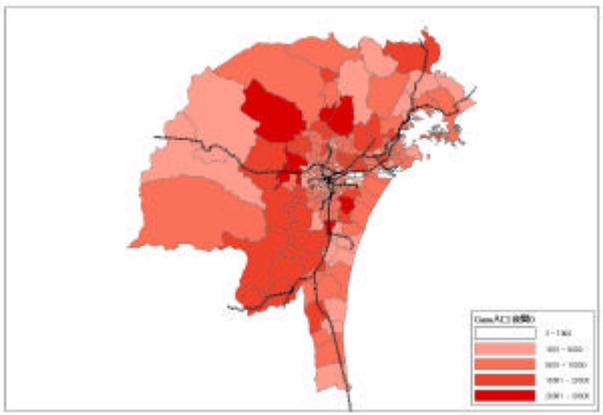
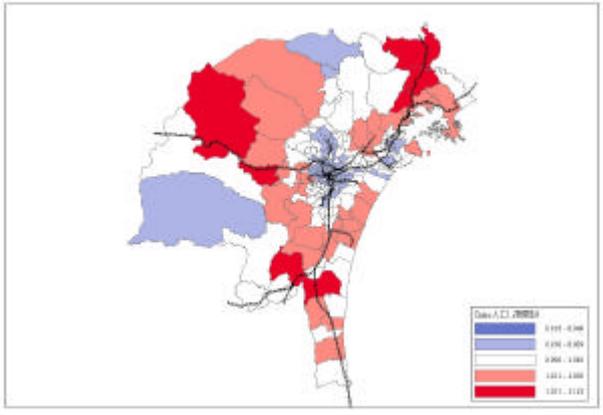


2) 夜間人口の分布对各 Case (Case 、 、)

右図は、施策なしのケース (Case 、 Case 、 Case) に対して、同じ都市構造下の施策導入による夜間人口増減を、伸び率で表したものである。

公共交通施策が導入されたケースでは、郊外部で夜間人口が増加する

多くは、鉄道沿線周辺のゾーンで増加している。

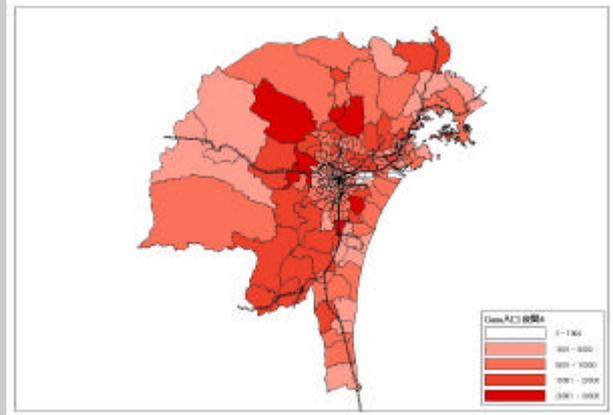
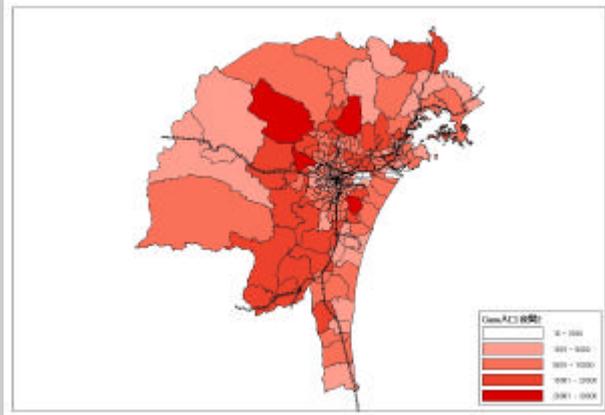
都市構造 / 施策	趨勢型
なし	<p style="text-align: center;">Case</p>  <p style="text-align: right;">本ケースを基準に Case の交通施策を比較する</p>
公共交通 施策	<p style="text-align: center;">(Case -1) / (Case)</p> 
TDM、 道路施策	

都心居住型

副都心型

Case

Case

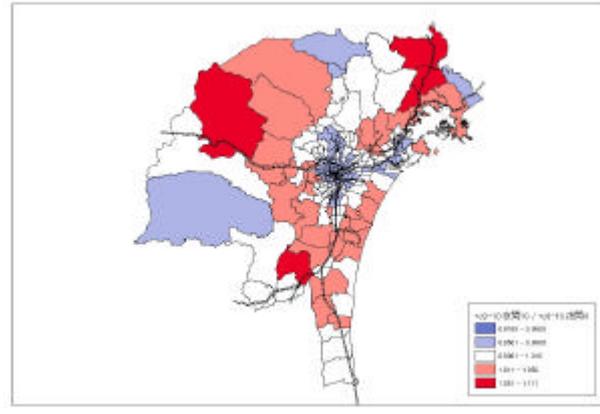
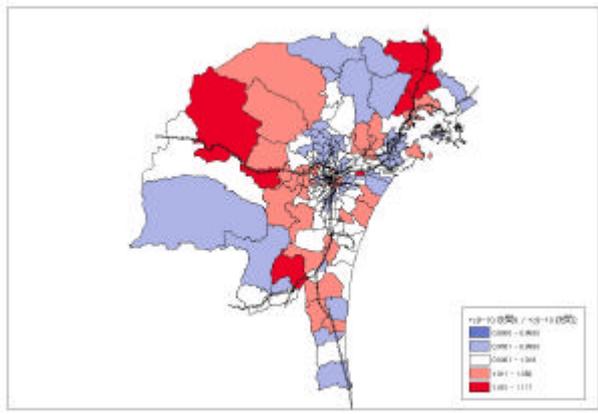


本ケースを基準にCase 1の交通施策を比較する

本ケースを基準にCase 1の交通施策を比較する

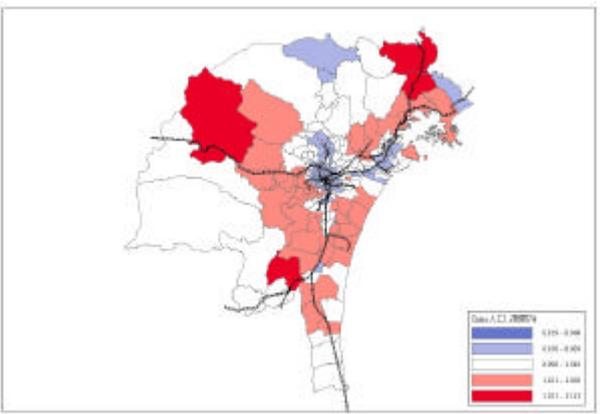
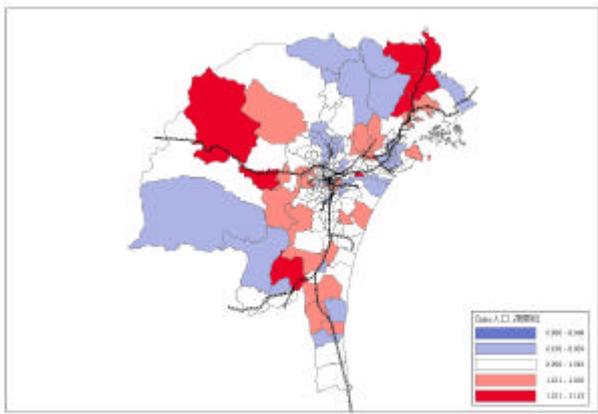
(Case 1-1) / (Case 1)

(Case 1-1) / (Case 1)



(Case 1-2) / (Case 1)

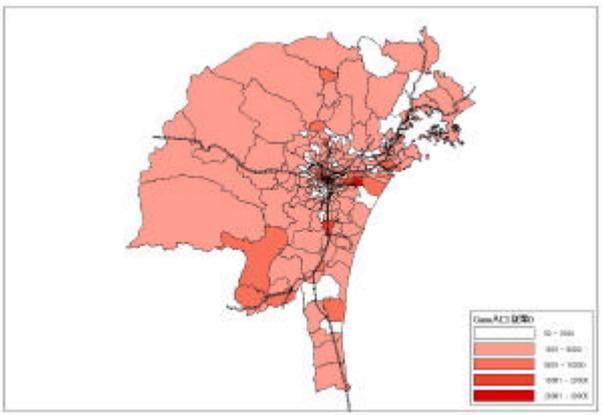
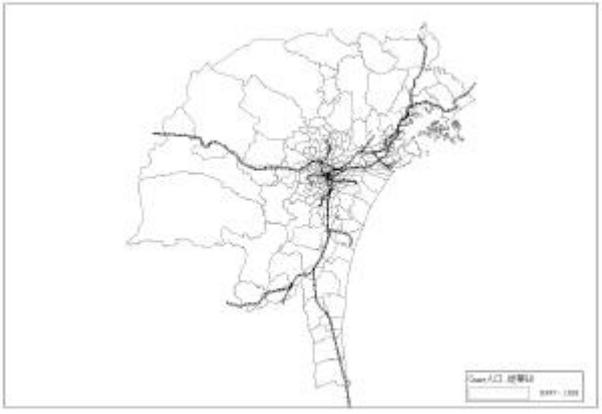
(Case 1-2) / (Case 1)



3) 従業人口の分布対 Case

右図は、Case に対する従業人口増減を伸び率で表したものである。

副都心型では、4つの副都心で従業人口が増加しているが、その他のケースは差がほとんどない。

都市構造 / 施策	趨勢型
なし	<p style="text-align: center;">Case</p>  <p style="text-align: center;">本ケースを基準に他ケースを比較する。</p>
公共交通 施策	<p style="text-align: center;">(Case -1) / (Case)</p> 
TDM、 道路施策	

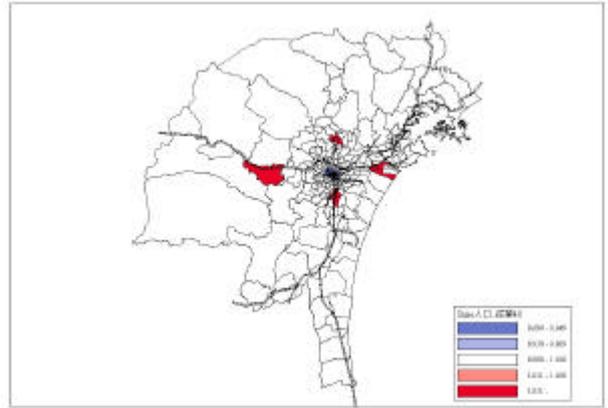
都心居住型

(Case) / (Case)



副都心型

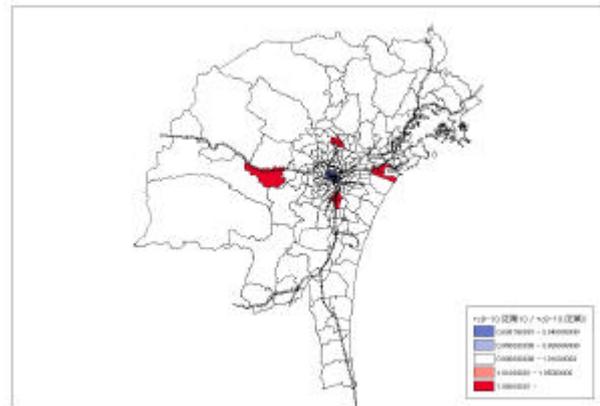
(Case) / (Case)



(Case -1) / (Case)



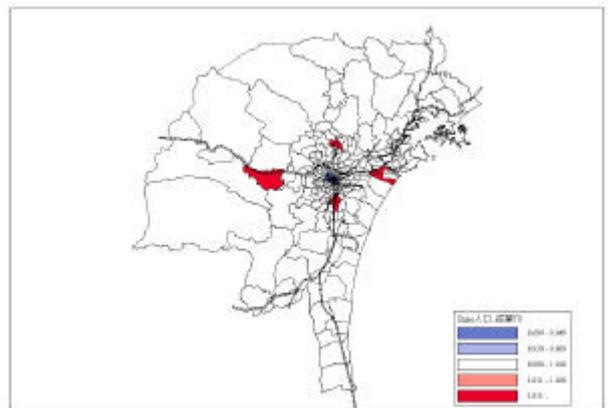
(Case -1) / (Case)



(Case -2) / (Case)



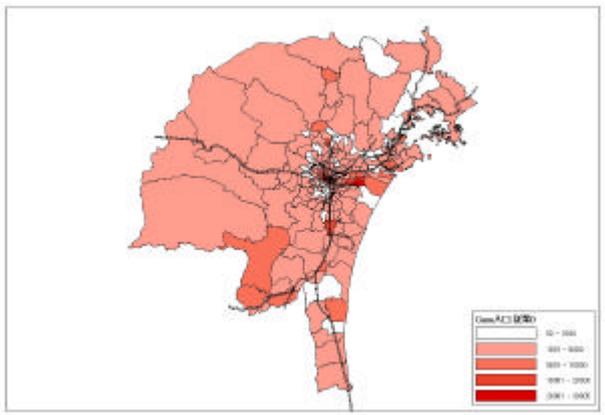
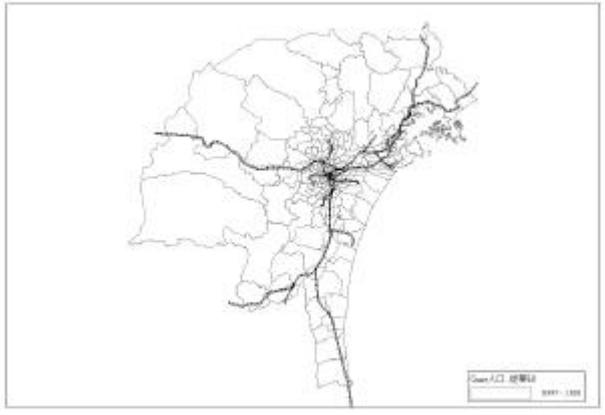
(Case -2) / (Case)



4) 従業人口の分布对各 Case (Case 、 、)

右図は、施策なしのケース (Case 、 Case 、 Case) に対して、同じ都市構造下の施策導入による従業人口増減を、伸び率で表したものである。

各都市構造のもとでは、従業人口の変化はほとんどない。

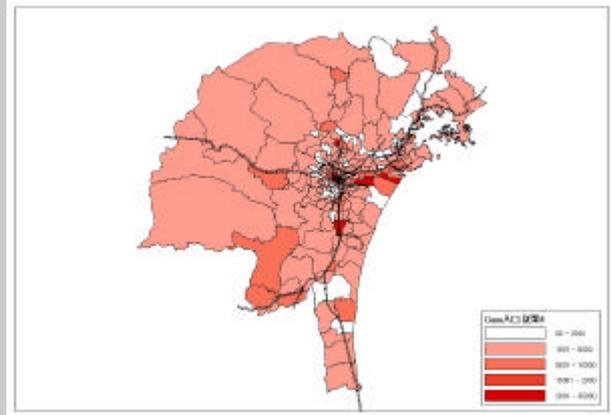
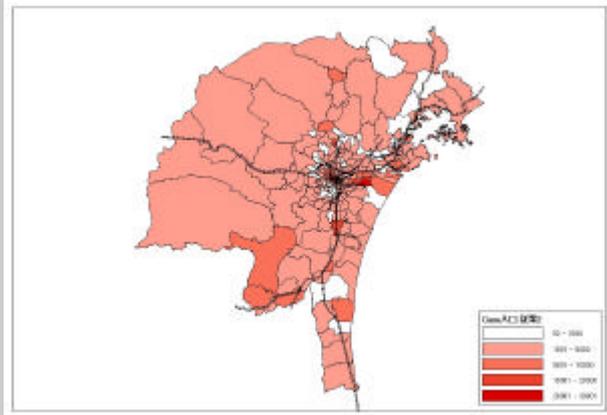
都市構造 / 施策	趨勢型
なし	<p style="text-align: center;">Case</p>  <p style="text-align: center;">本ケースを基準に Case の交通施策を比較する</p>
公共交通 施策	<p style="text-align: center;">(Case -1) / (Case)</p> 
TDM、 道路施策	

都心居住型

副都心型

Case

Case



本ケースを基準にCase 1 の交通施策を比較する

本ケースを基準にCase 1 の交通施策を比較する

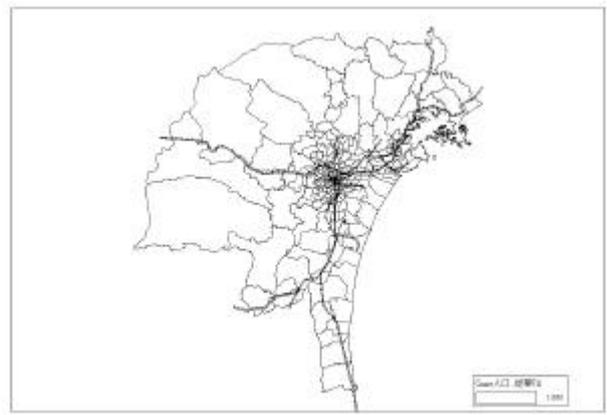
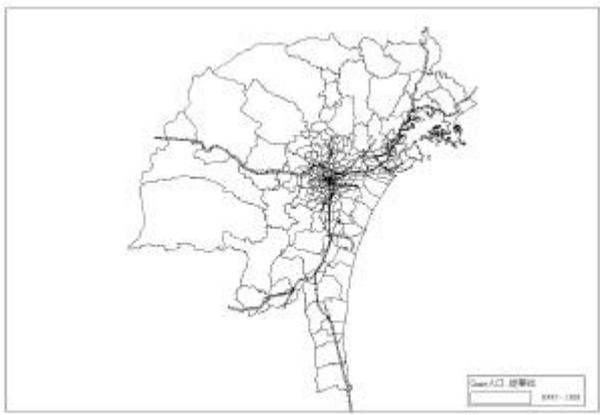
(Case -1) / (Case 1)

(Case -1) / (Case 1)



(Case -2) / (Case 1)

(Case -2) / (Case 1)



(2) 交通状況の推計結果

手段構成

趨勢型 (Case) に対して、都心居住型 (Case) は自動車トリップ数を減少させ、副都心型 (Case) は増加させる。

公共交通施策が入る各ケースでは、公共交通への転換により、自動車トリップ数を減少させる。

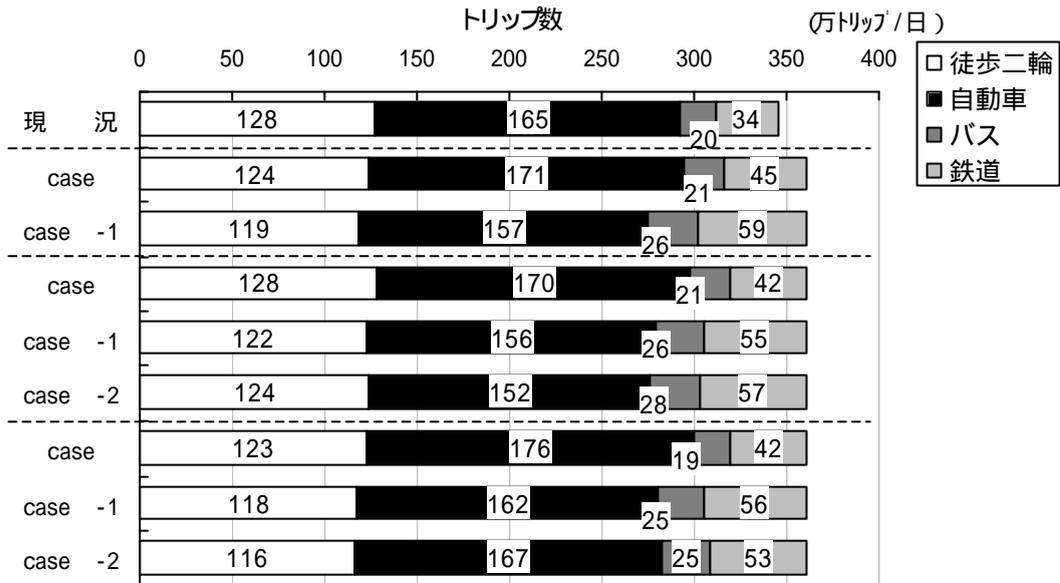


図 2-23 トリップ数 (都市圏全域)

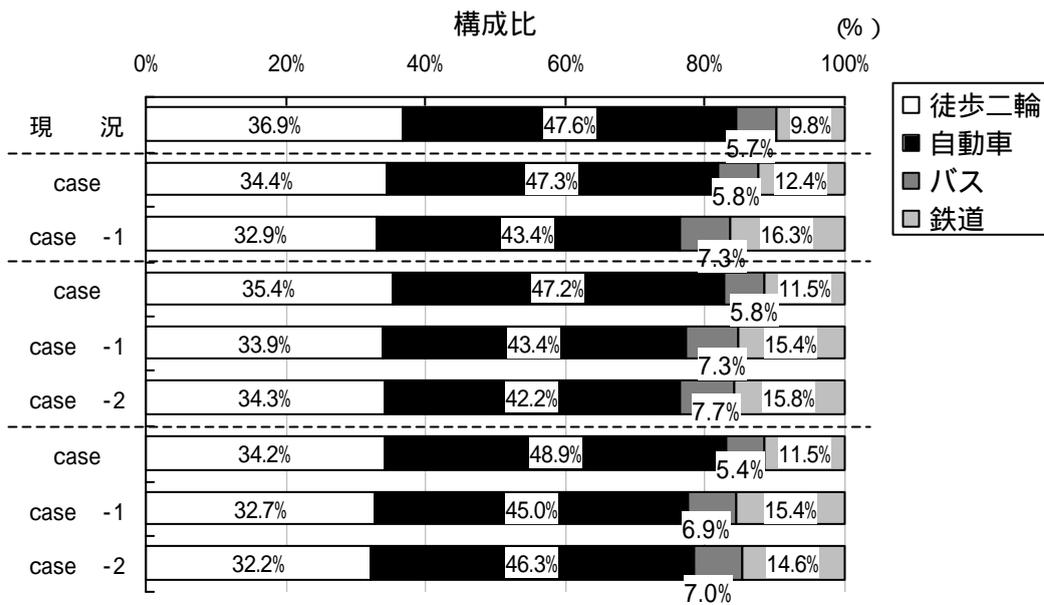


図 2-24 分担率 (都市圏全域)

トリップ長

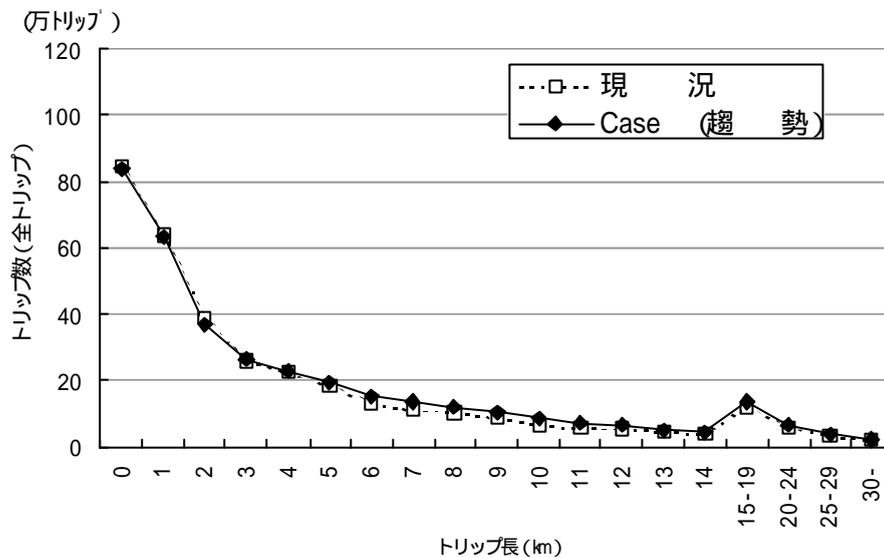
1) 都市構造別の比較

趨勢型 (Case) では現況と比べ、トリップ長が長いトリップ数が増加している。

都心居住型 (Case) では、趨勢型と比べ、トリップ長が短いトリップ数が増加し、トリップ長が長いトリップ数が減少している。

副都心型 (Case) では、短いトリップ長でトリップ数が増減しているが、その他の比較的長いトリップ長では、趨勢型と変化がない。

トリップ長別トリップ数の分布



現況に対する Case の増減

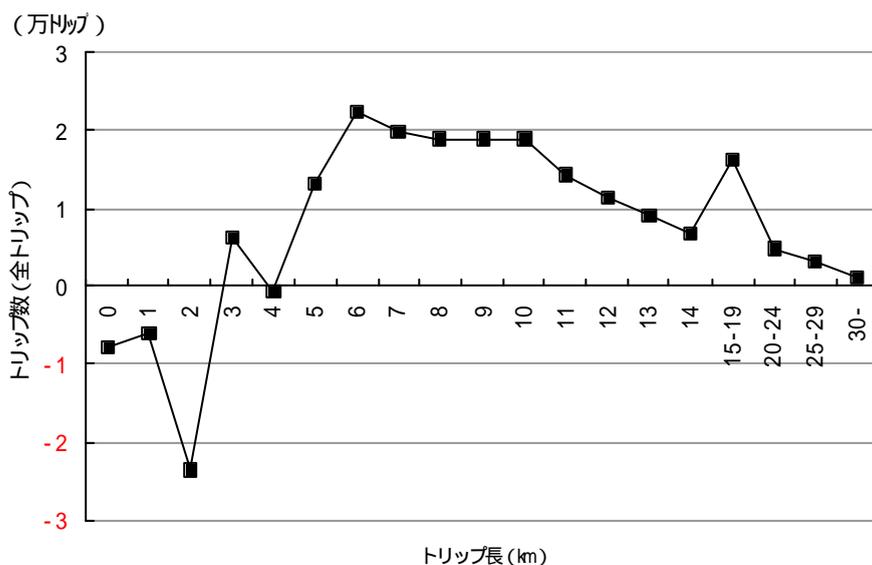


図 2-25 トリップ長別トリップ数における現況と Case の比較

Case との比較

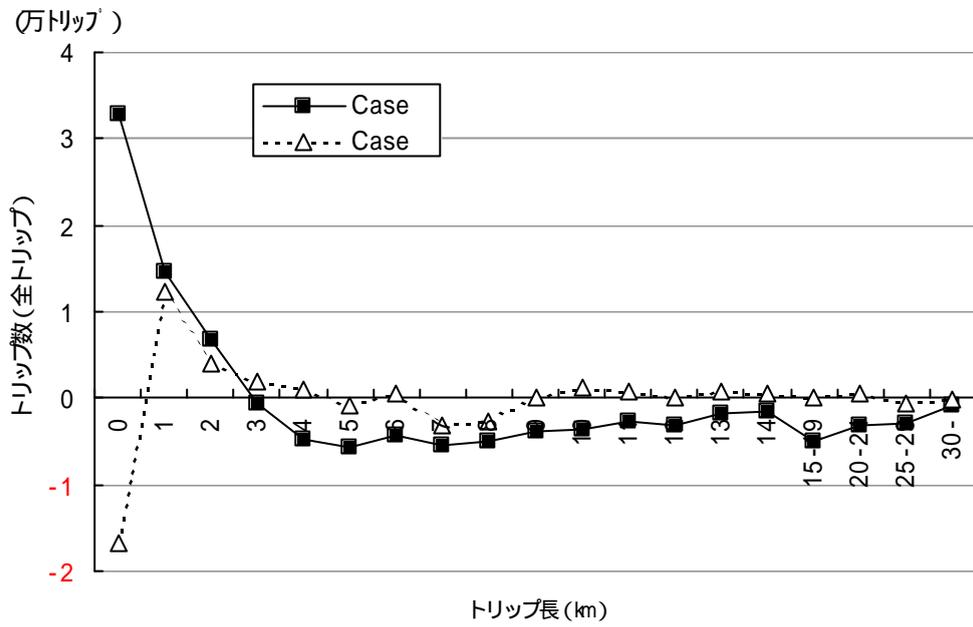


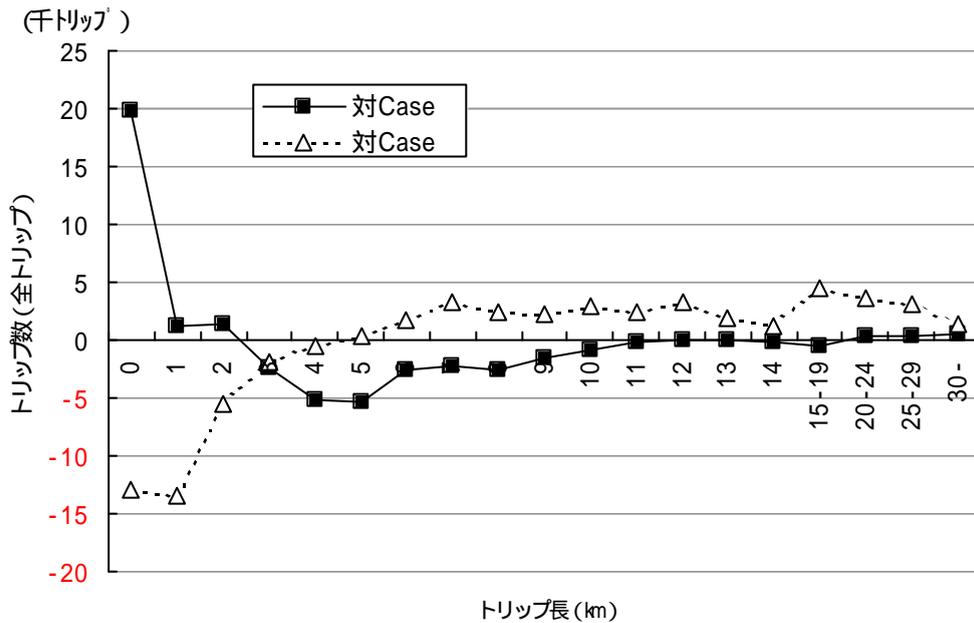
図 2-26 Case に対する各ケースの増減

2) 交通施策を導入した各ケースの比較

公共交通施策を導入したケース (Case -1、Case -2、Case -1、Case -2) はともに、公共交通施策がないケースと比べ、トリップ長が短いトリップ数が減少し、トリップ長が長いトリップ数が増加する。

Case -2 では、環状道路の整備により、トリップ長が長いトリップ数がさらに増加する。

Case -1 について



Case -1 について

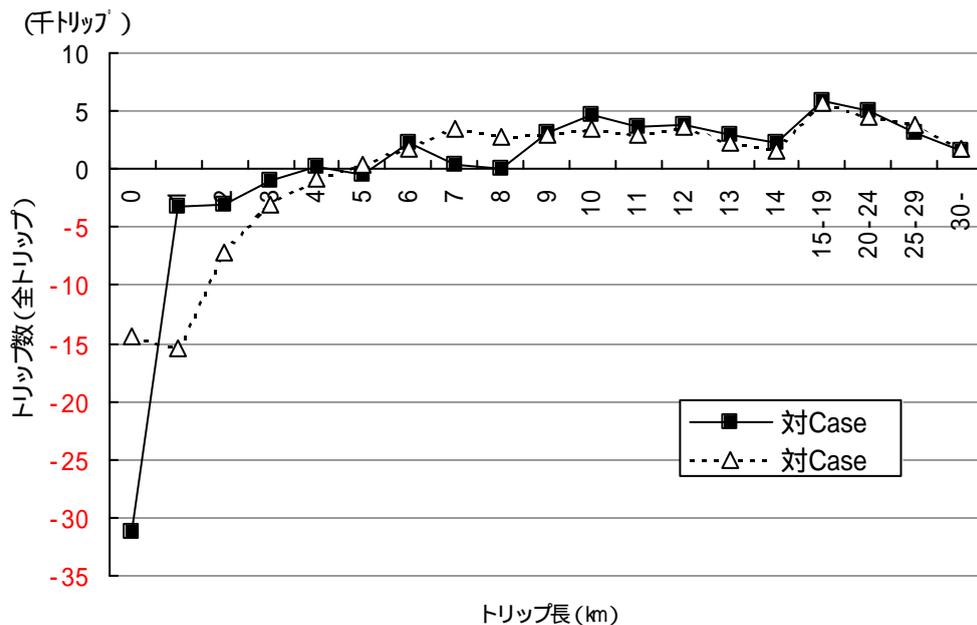
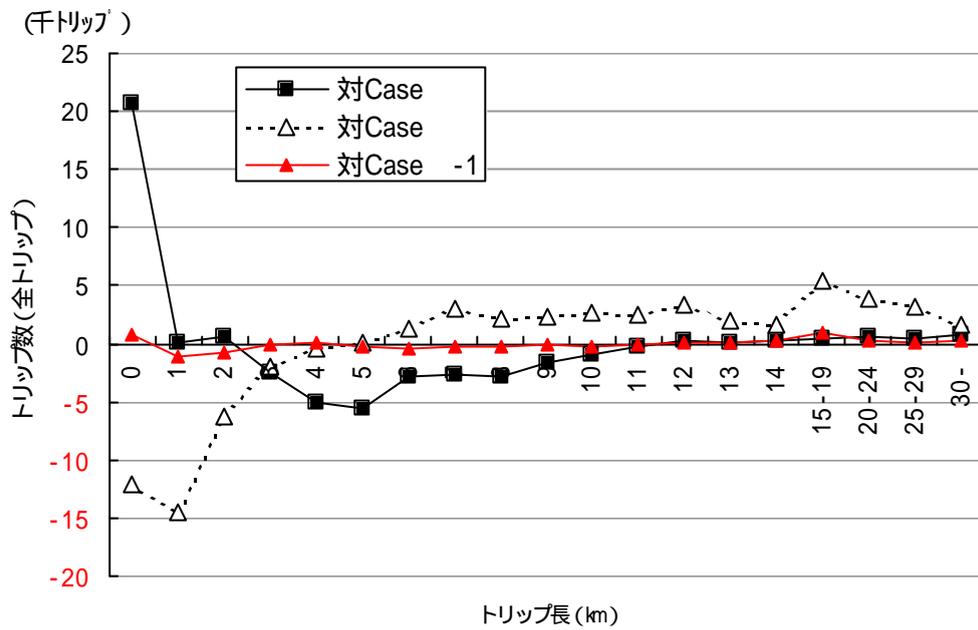


図 2-27 交通施策を導入した各ケースの比較 (その 1)

Case -2 について



Case -2 について

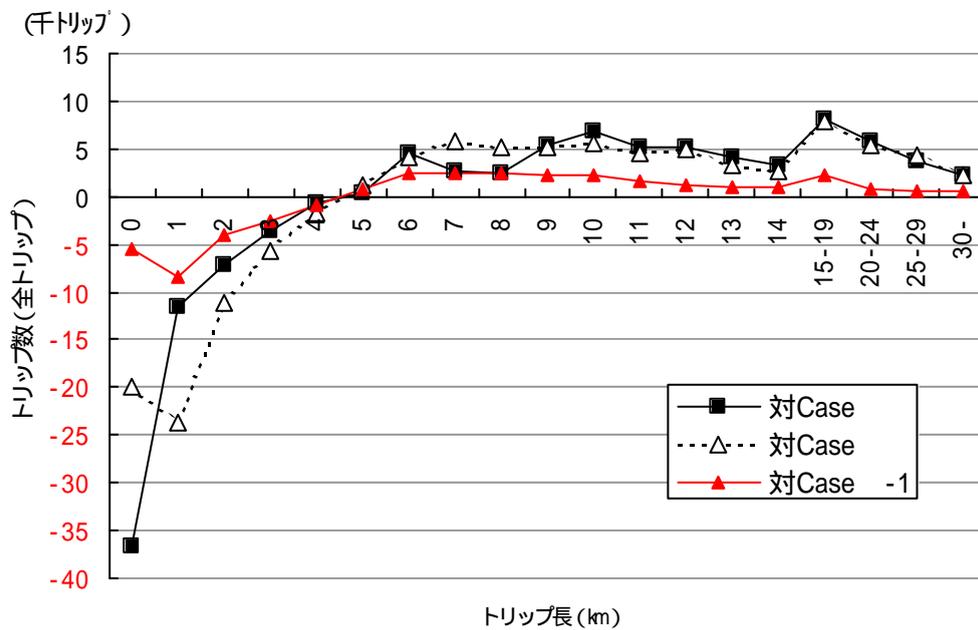
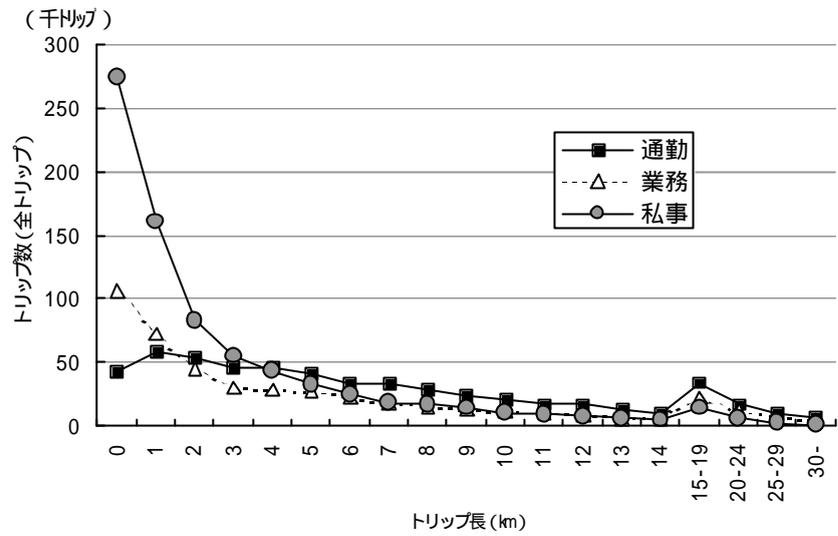


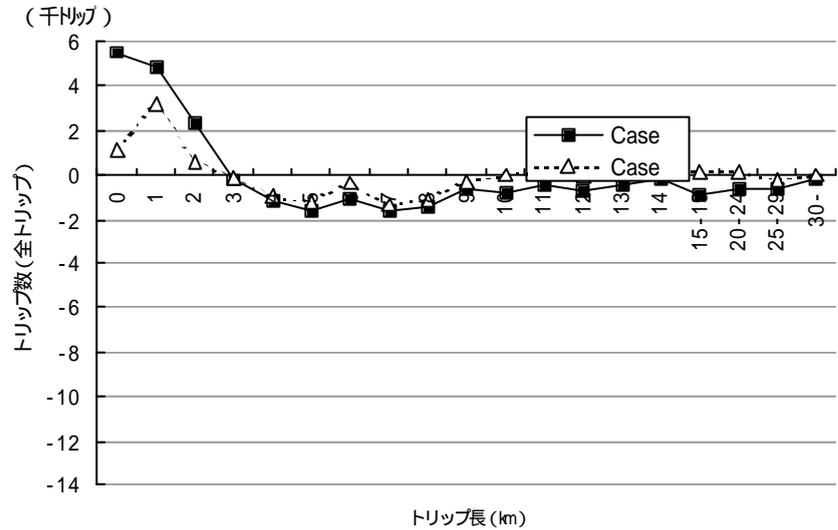
図 2-28 交通施策を導入した各ケースの比較 (その 2)

<参考> 目的別にみたトリップ長

Case の目的別
トリップ長分布



通勤目的の対 Case
のトリップ長分布



業務目的の対 Case
のトリップ長分布

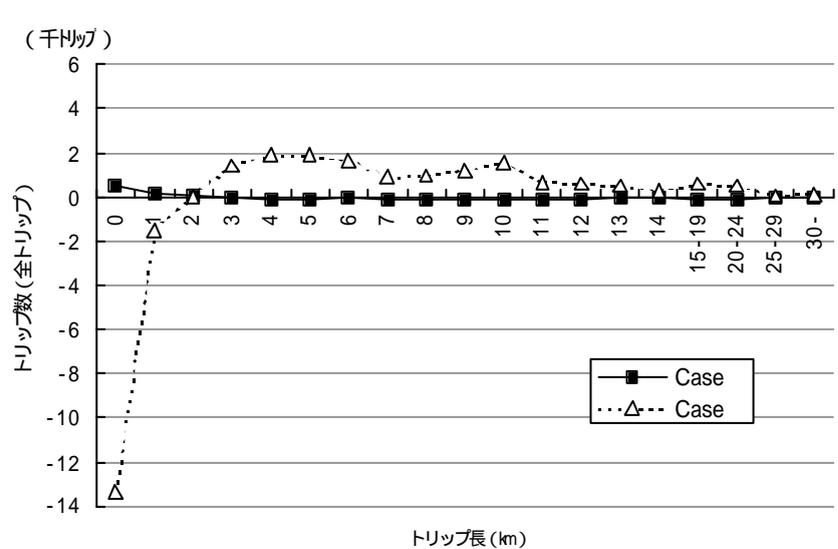


図 2-29 目的別にみたトリップ長別トリップ数

3) 平均トリップ長

各ケースの平均トリップ長を比較し、各ケースの関係を整理する。

平均トリップ長は、都心居住型（Case ）が最も短い。公共交通施策等の導入により、平均トリップ長は長くなる傾向がある。

Case -2 の自動車平均トリップ長は、駐車容量施策により、短いトリップ長のトリップ数が減少し、Case -1 と比べるとやや長くなっている。

Case -2 の自動車平均トリップ長は、環状道路整備により、自動車トリップ長がやや長くなる傾向がある。

表2-11 平均トリップ長

単位：km

	全目的	自動車	通勤	業務
Case	5.16	6.76	7.57	5.76
Case -1	5.31	6.62	7.78	5.84
Case	5.01	6.72	7.36	5.74
Case -1	5.13	6.58	7.53	5.81
Case -2	5.14	6.64	7.54	5.88
Case	5.17	6.77	7.53	6.03
Case -1	5.32	6.64	7.74	6.10
Case -2	5.38	6.73	7.82	6.15

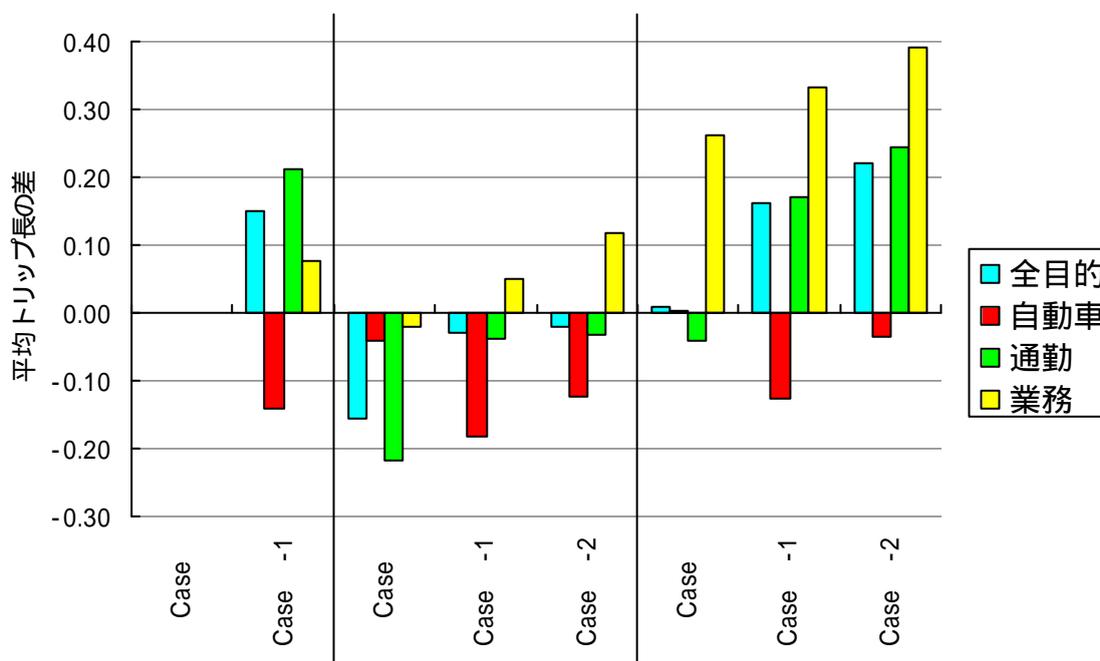


図2-30 Case に対する各ケースの平均トリップ長の増減

混雑度

都市構造別にみると、都心居住型（Case ）は都心部で人口が集中するにも関わらず、都心部の混雑度は、趨勢型（Case ）と比べほとんど変わらない。副都心型 Case は、都心部及び都市圏ともに悪化する

公共交通施策等を導入した各ケースの混雑度は緩和される。

表 2-12 走行台キロと混雑度

	都市圏全体			都心部 (3km圏)		
	走行台キロ (万台km)	容量キロ (万台km)	混雑度	走行台キロ (万台km)	容量キロ (万台km)	混雑度
現 況	1,890	2,170	0.871	260	228	1.144
case	1,965	2,665	0.737	266	260	1.025
case -1	1,845	2,665	0.692	247	260	0.953
Case	1,955	2,665	0.734	267	260	1.027
Case -1	1,836	2,665	0.689	249	260	0.958
Case -2	1,813	2,665	0.680	240	260	0.923
Case	2,014	2,665	0.756	269	260	1.036
Case -1	1,894	2,665	0.711	251	260	0.965
Case -2	1,932	2,728	0.708	279	306	0.912

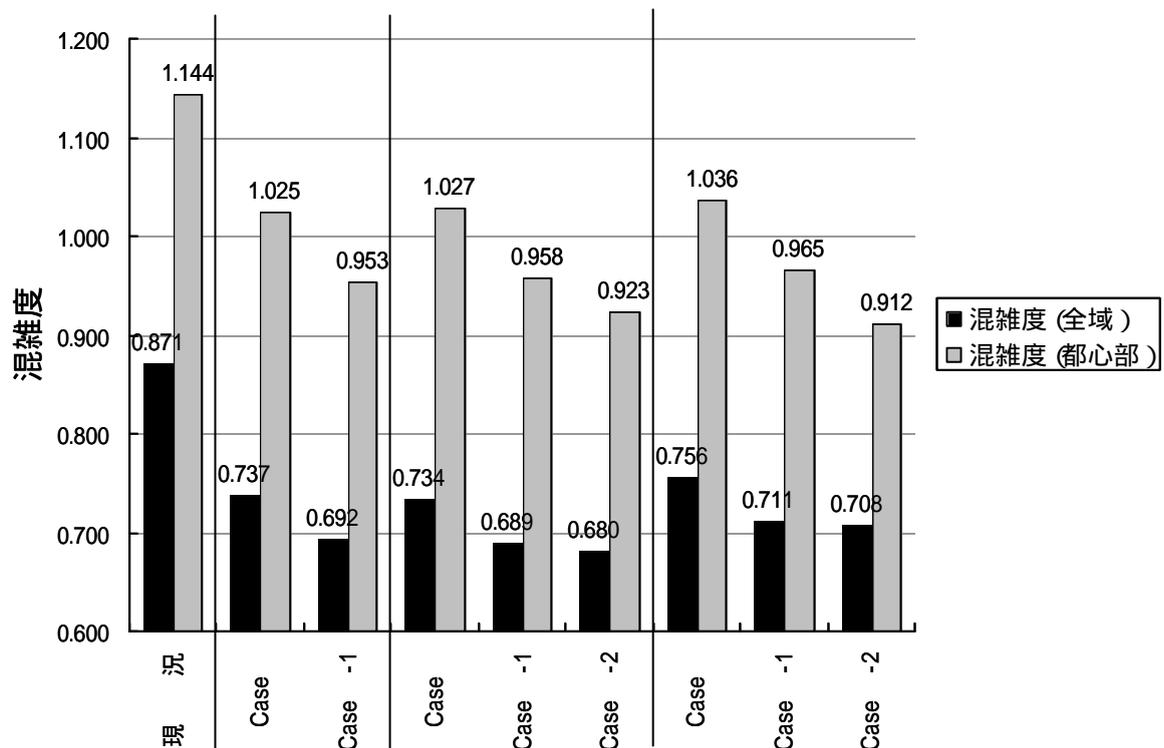


図 2-31 各ケースの混雑度（都市圏全域と都心部）

2 - 6 . 活動モデルの整理

(1) 結果のとりまとめ

人口配置

1) 仙台市役所までの平均距離

郊外化を示す指標として、仙台市役所までの平均距離を試算した。

平均距離 = (i ゾーン人口 × i ゾーンから市役所までの直線距離) ÷ 都市圏人口
 趨勢型に比べ、都心居住型 (Case) で約 2.5% 減少、副都心型 (Case) で 1.8% の増加となる。

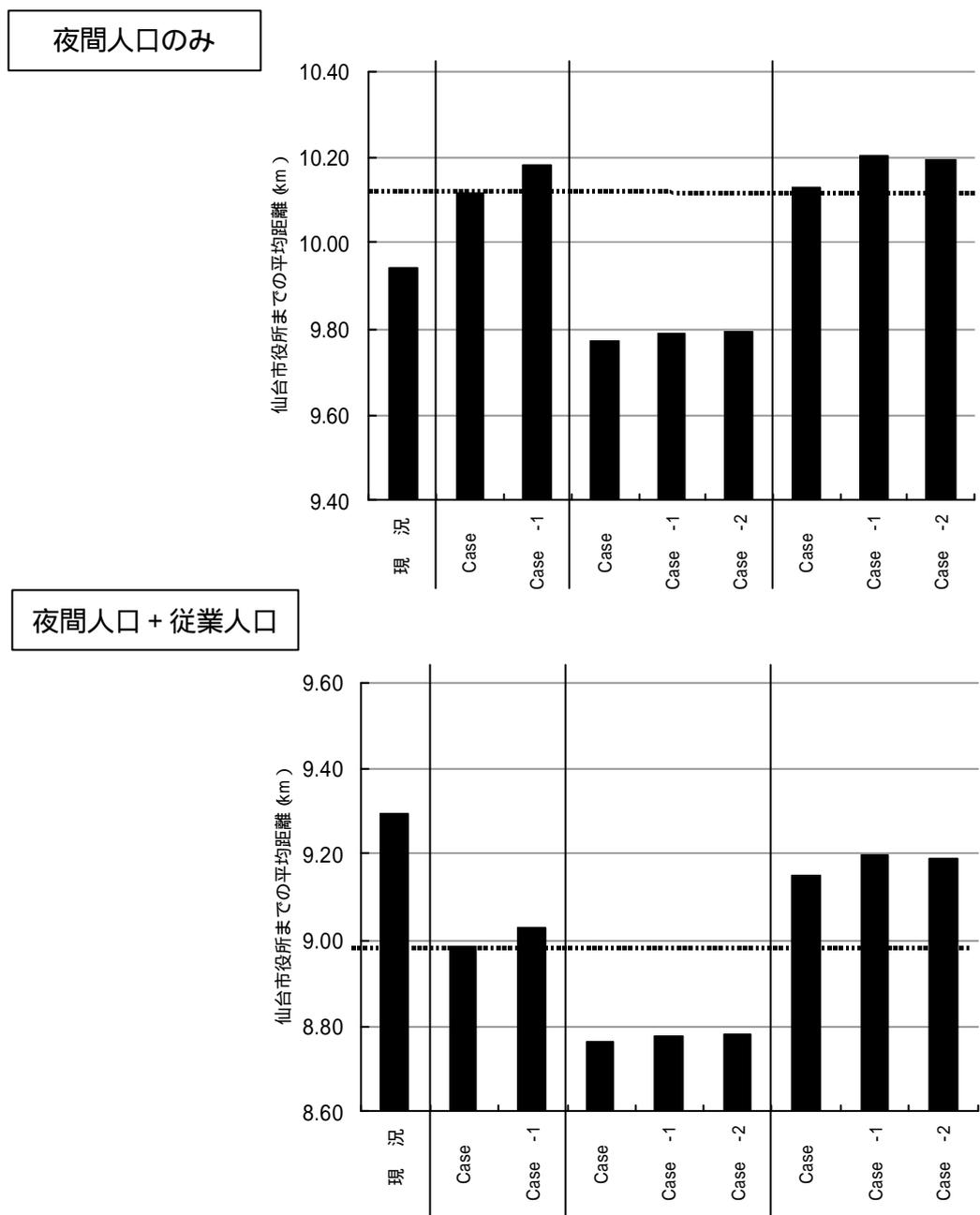


図 2-32 仙台市役所までの平均距離

2) 鉄道の沿線夜間人口

公共交通施策の導入により、鉄道沿線（ここでは鉄道駅 500mゾーンと設定した）の夜間人口においては、増加する結果が得られる。

都心居住型（Case ）では、他都市構造と比べ、鉄道沿線人口が多く増加するという傾向がある。

都心居住型の都市構造下での公共交通施策は、結果的にTOD型の人口配置が期待できる。

表 2-13 ケース別鉄道沿線夜間人口

鉄道沿線夜間人口		
	人口	比率
Case	803,832	-
Case -1	804,816	1.001

鉄道沿線夜間人口		
	人口	比率
Case	821,025	-
Case -1	823,086	1.003
Case -2	823,177	1.003

鉄道沿線夜間人口		
	人口	比率
Case	804,898	-
Case -1	806,963	1.003
Case -2	805,605	1.001

鉄道沿線ゾーン

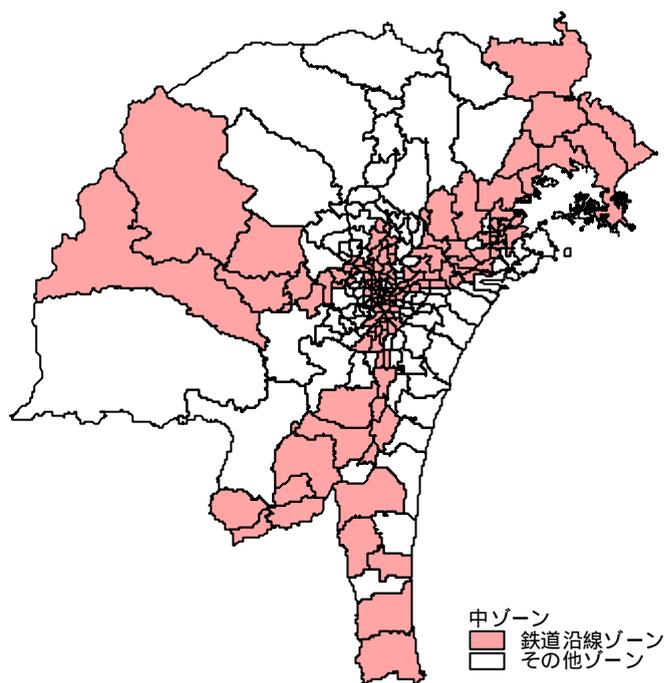


図 2-33 鉄道沿線ゾーン

まとめ

各都市構造下での公共交通施策を導入した Case -1、Case -1、Case -2、Case -1、Case -2 は、自動車トリップ数を減少させ、走行台キロを減少させる。

その一方で、公共交通施策は、都市圏全域のモビリティ（移動のしやすさ）を高めることにより、結果的に、夜間人口の郊外化を促し、トリップ長を増加させる。

趨勢型及び副都心型のもとでの公共交通施策は、モビリティの面では有効であるが、都市形態としては、都市の拡大を促す側面がある。

表 2-14 都市構造・交通施策の比較表

都市構造 交通施策	現況	Case	Case			Case				
		趨勢 なし	Case -1 趨勢 + 公共交通	都心居住 なし	Case -1 都心居住 + 公共交通	Case -2 都心居住 + T D M	Case 副都心型 なし	Case -1 副都心型 + 公共交通	Case -2 副都心型 + 環状道路	
トリップ数										
総トリップ数 (千トリップ/日)	3,460	3,607	3,607	3,607	3,607	3,607	3,607	3,607	3,607	3,607
自動車トリップ数 (千トリップ/日)	1,648	1,707	1,566	1,704	1,564	1,521	1,764	1,623	1,669	1,669
鉄道トリップ数 (千トリップ/日)	339	449	590	416	555	571	417	557	526	526
平均トリップ長										
自動車 (km)	6.46	6.76	6.62	6.72	6.58	6.64	6.77	6.64	6.73	6.73
通勤 (km)	7.08	7.57	7.78	7.36	7.53	7.54	7.53	7.74	7.82	7.82
業務 (km)	6.04	5.76	5.84	5.74	5.81	5.88	6.03	6.10	6.15	6.15
全目的 (km)	4.84	5.16	5.31	5.01	5.13	5.14	5.17	5.32	5.38	5.38
自動車交通量										
都市圏台キロ (万台km)	1,890	1,965	1,845	1,955	1,836	1,813	2,014	1,894	1,932	1,932
都心部台キロ (万台km)	260	266	247	267	249	240	269	251	279	279
混雑度										
都市圏平均	0.87	0.74	0.69	0.73	0.69	0.68	0.76	0.71	0.71	0.71
都心部平均	1.14	1.02	0.95	1.03	0.96	0.92	1.04	0.96	0.91	0.91
市役所までの平均距離 (夜間+従業) (対Case 比)	-	1.000	1.005	0.975	0.976	0.977	1.018	1.024	1.023	1.023

増加
 減少
 Case を基準とする

TOD (TOD: Transit Oriented Development) とは・・・

一般に公共交通指向型都市開発と訳され、米国で提唱されたものであり、適切な高密度の住宅地が、公共施設、業務、商業機能などを伴って、地域の公共交通システムに沿って配置されることをいう。

<交通施策と人口配置の関係概念図>

趨勢型の人口配置のもとでの放射方向の公共交通施策は、郊外部の利便性を高めることにより、夜間人口をより郊外に移動させ、結果的に職住は乖離することとなる。また、副都心型では、結果的に趨勢型以上に夜間人口が郊外に移動し、都市をより拡大させる。都心居住型は、都心部で夜間人口が増加するのに加え、鉄道沿線に人口が配置され、結果的にTOD型の都市形態が見込まれる。

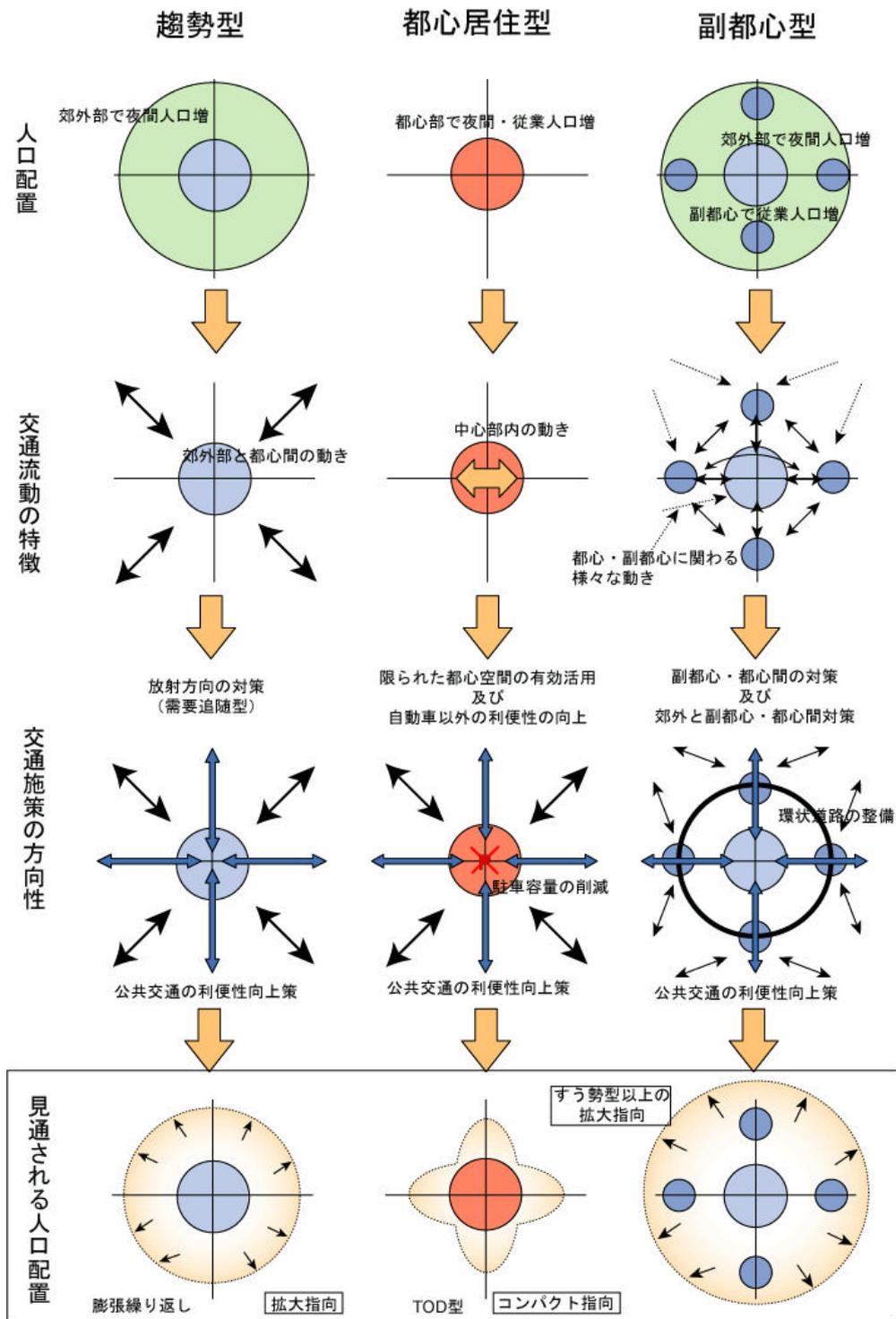


図 2-34 交通施策と人口配置の関係概念図

(2) 課題

ケース設定・評価対象施策について

本研究では、都市構造と交通施策を組み合わせた7ケースについてシミュレーションを行ったが、計画策定等に用いる場合には個々の施策のシミュレーション分析・評価を詳細に行い、個々の施策の導入効果を把握していく必要がある。

本研究では、家賃補助を2分の1などと簡便にシミュレーションを行ったが、それぞれの施策について、施策の規模などを整理し、今後は、より具体的・現実的な施策の導入効果を分析していく必要がある。

手法上の課題

1) 交通モデル

本研究の交通モデルでは、生成交通量については、年齢別の原単位により年齢構成の変化は反映できるが、交通利便性の向上に伴う原単位の変化は反映されていない。今後は、本研究の分布・分担へフィードバックする交通モデル体系を、生成量にまでフィードバックするモデル体系に改善していく必要がある。

本研究の配分には、均衡配分を適用したが、分割配分に比べ推計結果は良好であるものの、その推計精度は低く、その結果を環境などの評価指標へ適用するまでには、さらに改善・検討していくことが考えられる。

改善点のひとつとして、本研究の配分手法は、日単位の交通量推計であるが、騒音・NO_x排出量の推計には、時間帯別の交通量・旅行速度の推計が必要であり、時間帯別配分など、評価指標に対応した配分手法を検討していくことが考えられる。

2) 土地利用モデル

従業人口推計モデルについて、夜間人口モデルのように政策変数を組み込んだモデルに改善していく必要がある。

第 3 章 . 環境負荷評価モデルの構築

第3章．環境負荷評価モデルの構築

3 - 1 . 環境負荷評価モデルの全体構成

環境負荷評価モデルは、交通量や人口、エネルギー消費量等を入力データに、NO₂濃度や騒音レベル、CO₂排出量の各指標を出力するモデルを検討した（図参照）。

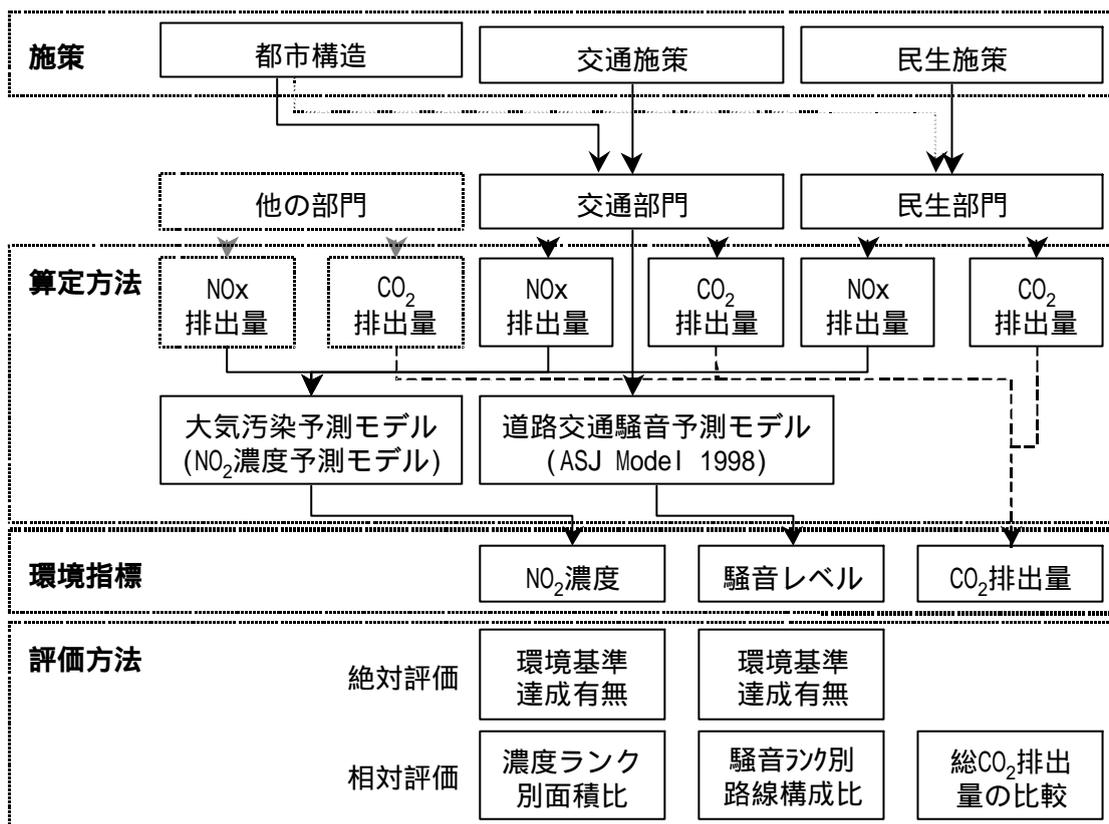


図 3-1 環境負荷評価モデルの構造

3 - 2 . 予測評価モデル

3 - 2 - 1 . 騒音レベルの予測評価モデル

道路交通騒音については、従来 L_{50} （騒音レベルの中央値）による環境基準に基づいて評価が行われてきたが、平成 11 年 4 月から Leq （エネルギー等価騒音レベル）による新環境基準が適用されることとなった。「道路環境評価の技術手法」においても Leq による予測・評価を推奨しており、本予測では、「道路環境評価の技術手法」に記載されている日本音響学会が提案したエネルギーベース騒音予測モデルを使用することとした。

騒音の予測評価方法を図に示す。

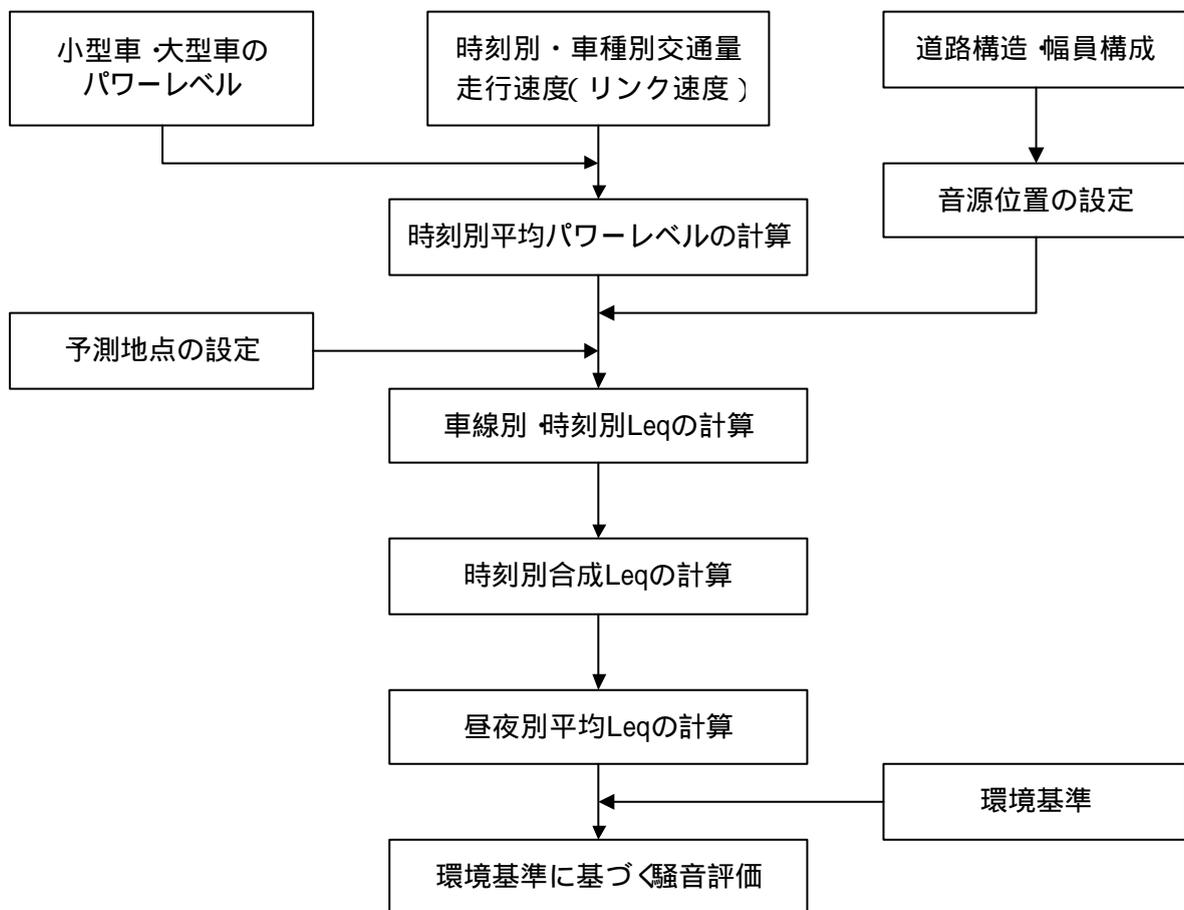


図 3-2 騒音の予測評価フロー

(1) 予測条件

エネルギーベース騒音予測の基本式

本予測では、各車線毎の寄与騒音レベルを、式(1)および式(2)により求めた。式(1)は、受音点に影響を及ぼす範囲における1点音源からの騒音レベル(ユニットパターン)を表し、道路区間を十分密な区間に分割してそれぞれの点音源について計算する。式(2)は、影響範囲における全交通量に対する積分近似を得る計算を表す。全車線からの騒音レベルの合成は式(3)による。式(3)により任意地点における任意時刻の等価騒音レベルが予測されるので、24時間の予測結果から、式(4)により昼夜別の地点別等価騒音レベルを求めて評価を行った。

1) 1台の車両の走行による点音源からの騒音レベル(ユニットパターン)

$$L_{PA} = L_{AW} - 8 - 20 \log_{10}(r) + L_d + L_g + L_m \quad (1)$$

L_{AW} : 自動車走行騒音のA特性補正パワーレベル[dB]

r : 音源から観測点までの距離(m)

L_d : 回折効果による補正值

L_g : 地表面効果による補正值

L_m : 気象条件による補正值 (=0)

注. L_d , L_g は、点音源と受音点を結ぶ経路上の条件に基づいて計算する。計算方法は、前記文献“ASJ MODEL 1998”において規定されている。

2) ユニットパターンの積分

$$L_{Aeq} = 10 \log_{10} \left[10^{L_{PA}/10} \cdot t \cdot N/T \right] \quad (2)$$

$t = D/V$ D : 音源点の間隔(m) V : 走行速度(m/s)

N : 交通量(台/h) T : 3600(s)

3) 騒音レベルの合成

$$L_{AeqT} = 10 \log_{10} \left(10^{L_{Aeqi}/10} \right) \quad (3)$$

L_{Aeqi} : 車線*i*からの等価騒音レベル

4) 昼夜別等価騒音レベル

$$L_{Aeq,day} = 10 \log_{10} \left(10^{L_{AeqT,j}/10} / 16 \right)$$

は6~22時までの積算を表す。

$$L_{Aeq,night} = 10 \log_{10} \left(10^{L_{AeqT,j}/10} / 8 \right) \quad (4)$$

は22~6時までの積算を表す。

本予測における計算条件

1) 音源と伝搬場・計算点の設定

本予測における設定条件を表に示す。道路敷内の地表面については、緑地部分を芝地相当の音響特性を有するものとした。また、道路敷外は固い裸地を想定した。なお、沿道に建物が立地している場合には、後背地において建物による騒音減衰効果が生じることが予想されるが、本予測では、安全側の予測条件として空地を想定した。

表 3-1 音源、伝搬場、計算点の設定表

項目 \ 車線数	4 車線	2 車線
計算車線の位置	4車線別車線中心	上下別車道部中心
音源の高さ	0m(高架道路 5m)	0m(高架道路 5m)
音源列の間隔	1m	1m
音源列の長さ	前後 400m	前後 400m
道路敷内の地表面性状	アスファルト(緑地部分は芝地相当)	アスファルト(緑地部分は芝地相当)
道路敷外の地表面性状	固い裸地(空地)	固い裸地(空地)
計算点位置	道路境界から0m、20m	道路境界から0m、15m
計算点高さ	1.2m	1.2m

2) 交通条件

交通量 : NO₂濃度予測で使用した車種別(4車種)時刻別交通量

走行速度 : 同じく時刻別の走行速度

3) 自動車のパワーレベル

“ASJ Model 1998”において、現況および将来のパワーレベルが速度域別に設定されていることから、その設定値を用いた。なお、将来のパワーレベル式は、全車が強化規制目標を達成した段階におけるものである。

一般道路の非定常走行区間(10km/h v 60km/h)

現況		将来	
乗用車	82.0+10 log ₁₀ (v)	乗用車	80.5+10 log ₁₀ (v)
小型車	83.2+10 log ₁₀ (v)	小型車	82.1+10 log ₁₀ (v)
中型車	87.1+10 log ₁₀ (v)	中型車	85.9+10 log ₁₀ (v)
大型車	90.0+10 log ₁₀ (v)	大型車	89.4+10 log ₁₀ (v)

自動車専用道路及び一般道路の定常走行区間(40km/h v 140km/h)

現況		将来	
乗用車	46.4+30 log ₁₀ (v)	乗用車	44.9+10 log ₁₀ (v)
小型車	47.6+30 log ₁₀ (v)	小型車	46.5+10 log ₁₀ (v)
中型車	51.5+30 log ₁₀ (v)	中型車	50.3+10 log ₁₀ (v)
大型車	54.4+30 log ₁₀ (v)	大型車	53.8+10 log ₁₀ (v)

4) 道路種級別幅員構成の設定

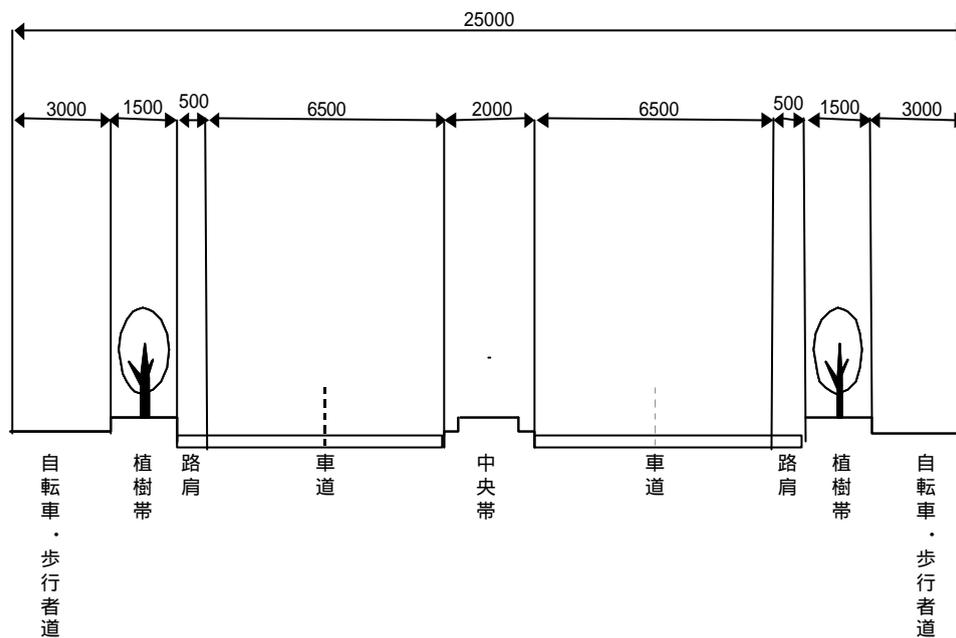
騒音レベルを予測する場合に、音源(この場合、自動車)からの距離(道路幅員)を把握することが不可欠である。そこで、仙台都市圏道路ネットワークのリンク別幅員構成を設定するため、道路種級別幅員構成を道路構造令に基づき設定した。

表 3-2 道路種級別幅員構成

(単位:m)

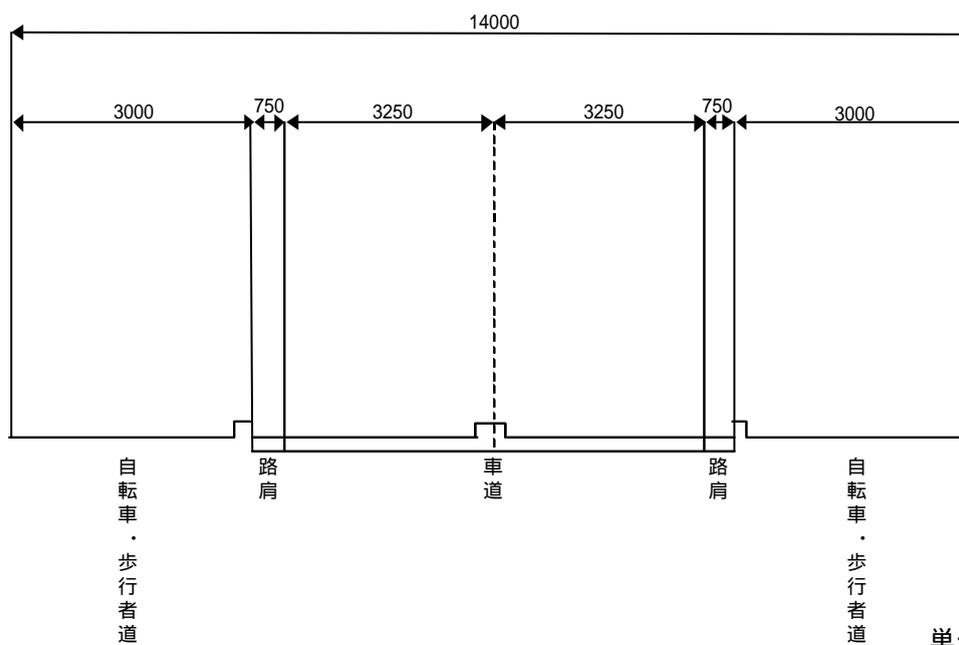
	車線数	車線の幅員	中央帯の幅員	中央帯の側帯の幅員	路肩の幅員	路肩の側帯の幅員	自転車歩行者道の幅員	植樹帯
1種2級(4車線)	4	3.5	4.5	0.75	2.5	0.75	0	1.5
1種2級(2車線)	2	3.5	4.5	0.75	2.5	0.75	0	1.5
1種3級(4車線)	4	3.5	3	0.5	1.75	0.5	0	1.5
1種3級(2車線)	2	3.5	3	0.5	1.75	0.5	0	1.5
2種2級(4車線)	4	3.25	1.75	0.5	1.25	0.5	0	1.5
3種1級(8車線)	8	3.5	1.5	0.25	1.5	0.5	3	0
3種1級(6車線)	6	3.5	1.5	0.25	1.5	0.5	3	0
3種1級(4車線)	4	3.5	1.5	0.25	1.5	0.5	0	0
3種2級(8車線)	8	3.5	1.5	0.25	0.75	0.25	3	0
3種2級(6車線)	6	3.5	1.5	0.25	0.75	0.25	3	0
3種2級(4車線)	4	3.5	1.5	0.25	1.5	0.5	0	0
3種2級(2車線)	2	3.25	0	0	0.75	0	1.5	0
3種3級(2車線)	2	3	0	0	1.0	0	0	0
3種4級(2車線)	2	3	0	0	0.5	0	1.5	0
4種1級(8車線)	8	3.25	1.5	0.25	0.5	0	3	1.5
4種1級(6車線)	6	3.25	1.5	0.25	0.5	0	3	1.5
4種1級(4車線)	4	3.25	1.5	0.25	0.5	0	3	1.5
4種2級(2車線)	2	3.25	0	0	2	0.25	3	1.5
4種3級(2車線)	2	3	0	0	0.5	0	1.5	0

4種1級(4車線)と3種2級(2車線)の幅員構成図を以下に示す。



単位：mm

図 3-3 4種1級(4車線)の幅員構成



単位：mm

図 3-4 3種2級(2車線)の幅員構成

騒音の評価基準

新環境基準（平成 10 年 9 月 30 日告示）では、道路に面する地域について基準が定められているが、幹線交通を担う道路に近接する空間についてはそれによらないものとされている。環境庁大気保全局長通達「騒音に係る環境基準の改正について」によると、幹線交通を担う道路とは、

都道府県道以上の道路及び 4 車線以上の市町村道

とされている。また、近接空間の定義としては、

2 車線以下の道路 道路端から 15m

2 車線を超える道路 道路端から 20m

とされている。

従って、新環境基準に基づく評価を行う場合は、表のように、敷地境界における近接空間の基準と、15 ないし 20m 後背地における道路に面する地域の基準の両方を適用する。

表 3-3 評価に適用する新環境基準値（幹線道路）

単位：Leq (dB)

		4 車線道路		2 車線道路	
		敷地境界 ~ 20 m	20 m ~	敷地境界 ~ 15 m	15 m ~
A 類型	昼	70	60	70	60
	夜	65	55	65	55
B、C 類型	昼	70	65	70	65
	夜	65	60	65	60

(2) 騒音レベルの推計精度

(1) で設定した予測式と設定した緒条件から推計した騒音レベルの推計精度を検証した。平成8年度の道路周辺の交通騒音は、Leq(エネルギー等価騒音レベル)による新環境基準が適用される前であったことから、L₅₀(騒音レベルの中央値)で計測されている。したがって推計精度の検証にあたっては、予測式を用いてLeqと同時にL₅₀を求めることで、道路周辺での実測値との比較を行い、推計値の精度を検証した。比較を行ったのは、「道路周辺の交通騒音状況 9(沿道交通騒音状況研究会監修,1998)」に掲載されている、仙台都市圏内にある幹線道路(国道)である。

表及びグラフからは、各時間帯ともに推計精度が許容できる範囲であると言える。したがって、(1)の予測式や設定した諸条件は適切であると判断し、現況再現や将来推計に適用する。

表 3-4 仙台都市圏内の騒音測定地点(国道)における予測値と実測値の比較

道路名	測定場所	実測値(dB)			予測値(dB)				
		朝	昼間	夜間	朝	昼間	夜間		
国道4号(柴田バイパス)	柴田郡柴田町西船迫2丁目2-21	68	68	66	63	69.1	69.09	64.79	66.36
国道45号	多賀城市鶴ヶ谷1-4-1	70	73	71	63	72.29	72.91	68.95	70.55
国道45号	宮城郡松島町松島字普賢堂34-8	70	70	67	70	70.26	70.85	66.46	68.07
"	仙台市宮城野区鶴ヶ谷東3丁目20-1	69	70	70	66	69.35	71.56	67.05	69.75
国道4号線(仙台バイパス)	仙台市太白区郡山字北自宅地44-2	73	74	75	69	72.9	74.18	71.42	71.22
国道4号(仙台バイパス)	名取市増田5丁目18-30	75	74	74	70	72.2	74.94	71.3	73.52
国道45号	塩竈市錦町11-1	68	67	66	57	67.04	67.16	63.01	63.44
国道4号	黒川郡大和町吉岡字志田町68-3	69	70	68	63	68.57	69.13	64.81	67.96
国道4号	黒川郡大和町吉岡字道下15-1	70	69	67	64	71.07	71.87	62.86	67.71
国道4号	黒川郡富谷町富谷字湯船沢28-1	70	69	70	65	69.71	70.25	66.82	68.43
国道4号(岩沼バイパス)	岩沼市桜3丁目12-34	77	75	75	72	74.32	74.64	68.93	72.27
国道4号(槻木バイパス)	柴田郡柴田町四日市場字西台前	75	73	71	68	71.76	70.88	67.61	69.44

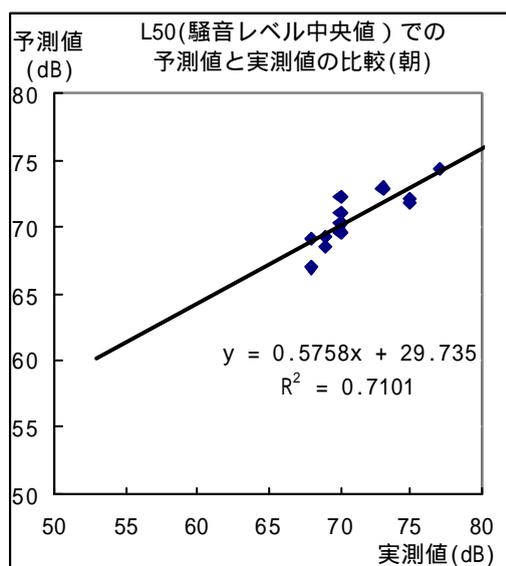


図 3-6 予測値と実測値の比較(朝)

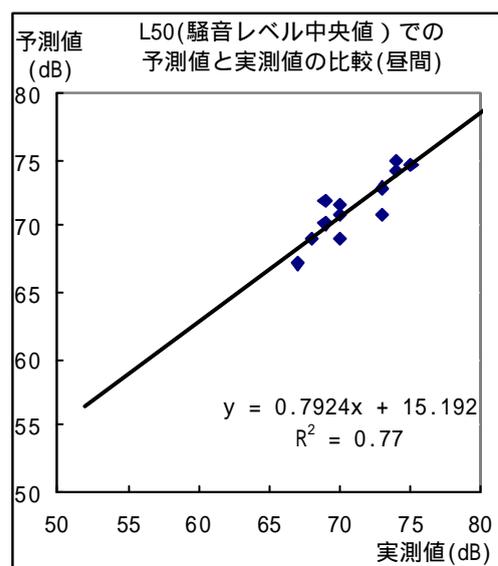


図 3-7 予測値と実測値の比較(昼間)

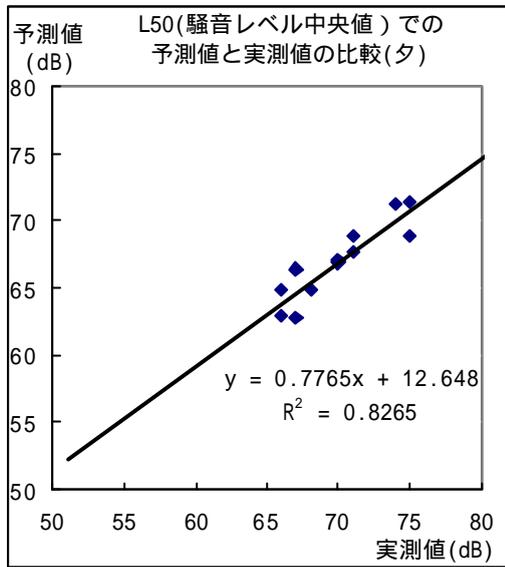


図 3-8 予測値と実測値の比較 (夕)

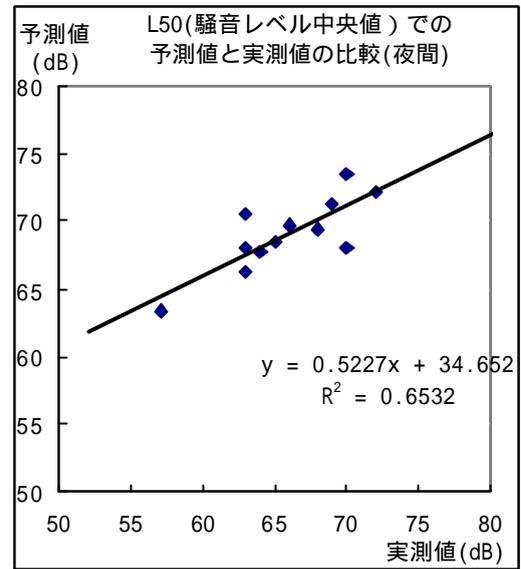


図 3-9 予測値と実測値の比較 (夜間)

3 - 2 - 2 . NO₂ 濃度の予測評価モデル

本章では、NO₂年平均濃度分布を予測するための拡散モデルを構築した。本モデルにより都市圏各地の大気汚染測定局濃度の再現計算を行い、本モデルが実用的な予測モデルであることを検証した。尚、モデル構築におけるパラメータなどの設定は、特に断りがない限り「窒素酸化物総量規制マニュアル」に準拠している。

(1) モデルの構築

計算対象

- 対象地域： 仙台都市圏を発生源対象地域とした。
- 対象年度： 1996 年度（平成 8 年度）の測定濃度を検証対象とした。
- 対象濃度： NO₂年平均濃度を予測した。
- 評価地点： モデルの検証は、大気汚染測定局地点で行った（評価の高さはサンプリング口の高さ）

期別・時間帯別区分： 再現計算は、以下の期別・時間帯別に行った。

- 期 区 分：非暖房期（4～10月）、暖房期（11～3月）
- 時間帯区分：午前（7時00分～12時00分）、午後（12時00分～16時00分）、夜（16時00分～23時00分）、深夜（23時00分～7時00分）

発生源モデル

平成8年度のNO_x排出量データ、発生源を以下のようにモデル化した。面源は3次メッシュ¹である。尚、NO_x排出量の推計方法、推計結果は参考資料に記載している。

- ばい煙発生施設：煙突実高さが30m以上である施設の煙突を点煙源とし、それ以外の煙突は集約して面煙源とした。
- 自動車：現況ネットワークを構成する全リンクの直線近似区間を線煙源とした。
- 民生：すべて面煙源とした。

表 3-5 煙源数一覧

発 生 源 種 類		発 生 源 形 態		
		点 源	面 源	線 源
ばい煙発生施設	工 場	86	245	-
	事業所	148	194	-
自 動 車		-	-	6,104
民 生		-	1,155	-
計		234	1,594	6,104

¹ 数値地図情報における標準地域メッシュの第3次地域区画の略称。基準地域メッシュとも呼ばれる。

気象モデル

気象モデルは次のようなモデルとした。

1) 気象区分

表 3-6 気象区分

風 向	有風時 16 方位及びカーム			
風 速 8 区分	0~0.4, 0.5~0.9, 1.0~1.9, 2.0~2.9, 3.0~3.9, 4.0~5.9, 6.0~7.9, 8.0 m/s 以上 ・自動車線源は0~0.9m/s、それ以外は0~0.4m/sをカームとした。 ・代表風速は各階級での平均風速とした。			
安定度 4 区分	A~C (不安定)	CD~D _D (昼の中立)	D _N (夜の中立)	E~G (安定)

(注) 安定度区分は、表による。ここで日射量、雲量は仙台管区気象台の測定データを用いた。

2) 拡散場区分

表 3-7 拡散場区分

拡 散 場	ばい煙発生施設		自動車	民 生
	煙突高 50m以上	50m以下		
地 上				
下 層				
上 層				

3) 気象ブロック

気象ブロックの設定にあたっては、参考資料に整理した測定局別の年間風配図をもとに地域風系の概観を把握し、地形（河川流域や山地の広がり）を考慮して地域ブロックとブロック別代表局を設定した。

表 3-8 設定された気象ブロック

ブロック 番号	拡散場	代表局		
		測定局名	測定高度(m)	平均風速 (m/s)
1	地上・下層	松島	10m	2.3m/s
2		大和	9	2.3
3		塩釜	24	2.0
4		利府	20	2.4
5		高砂	16	1.8
6		岩切	14	1.9
7		泉	10	1.6
8		七郷	12	2.1
9		鶴谷	6	2.1
10		榴岡	10	1.1
11		宮城	不明	1.3
12		名取	13	2.4
13		山田	12	2.1
14		岩沼	15	2.3
15		柴田	25	2.3
16	上層	八木山	100(海拔 238m)	4.3

有効煙突高モデル

1) 点煙源

有風時 CONCAWE 式

$$H = 0.175 \cdot Q_H^{1/2} \cdot u^{-3/4}$$

無風時 下記の無風時 Briggs 式と上記有風時式 ($u = 2 \text{ m/s}$) を用い、代表風を 0.4 m/s とした補間。

$$H = 1.4 \cdot Q_H^{1/4} \cdot (d / dz)^{-3/8}$$

H : 排ガス上昇高(m)
 Q_H : 排出熱量(cal/s)
 U : 煙突頭頂部における風速(m/s)
 d / dz : 温位傾度(/m)

表 3-9 点煙源

時間帯	午 前	午 後	夜	深 夜
d / dz	0.0075	0.005	0.010	0.010

2) 線煙源及び面煙源

自動車線源 0m

その他煙源

表 3-10 線煙源及び面煙源

工場面源	20m (30m)
民 生	3m (5m)

注 1 . () 内はカーム時の有効煙突高

拡散式

表 3-11 拡散式

対 象 煙 源	モ デ ル 式
点 源	{ 風速 0.5m/s 以上 ... 長期平均ブルーム式 風速 0.5m/s 未満 ... 長期平均パフ式
面 源	{ 風速 0.5m/s 以上 ... 面源積分ブルーム式 風速 0.5m/s 未満 ... 面源積分パフ式
線 源 (計算点より 200m 以遠の自動車線源)	{ 風速 0.5m/s 以上 ... 線源積分ブルーム式 風速 0.5m/s 未満 ... 線源積分パフ式
線 源 (計算点より 200m 以内の自動車線源)	線煙源 J E A 式 (東京都改良モデル) { 風速 1 m/s 以上 { 直角風 ... 直角風式 平行風 ... 平行風式 風速 1 m/s 未満 ... 無風・弱風式

(注 1) 線煙源 J E A 式 (東京都改良モデル) は「道路沿道を対象とした大気汚染予測手法に関する検討報告書」(東京都環境保全局 ; 昭和 58 年 3 月) に準拠。

1) 点源用ブルーム・パフ式

長期平均ブルーム式

$$C(R,Z) = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{Q_p}{\frac{8}{z} \cdot R \cdot U} \left[\exp\left\{-\frac{(Z-H_e)^2}{2z^2}\right\} + \exp\left\{-\frac{(Z+H_e)^2}{2z^2}\right\} \right]$$

$C(R,Z)$:	計算点 (R, Z) における濃度
Q_p	:	点煙源排出強度 (Nm ³ /s)
R	:	点煙源と計算点の水平距離 (m)
U	:	風速 (m/s)
Z	:	計算点の高さ (m)
H_e	:	有効煙突高 (m)
z	:	Z 方向拡散パラメータ

長期平均パフ式

$$C(R,Z) = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{Q_p}{8} \left\{ \frac{1}{z_-} \cdot \exp\left(-\frac{U^2(Z-H_e)^2}{2z_-^2}\right) + \frac{1}{z_+} \cdot \exp\left(-\frac{U^2(Z+H_e)^2}{2z_+^2}\right) \right\}$$

$$z_-^2 = R^2 + \frac{z^2}{2}(Z-H_e)^2$$

$$z_+^2 = R^2 + \frac{z^2}{2}(Z+H_e)^2$$

$$R^2 = x^2 + y^2$$

$C(R,Z)$:	計算点 (R, Z) における濃度
Q_p	:	点煙源排出強度 (Nm ³ /s)
R	:	点煙源と計算点の水平距離 (m)
U	:	風速 (m/s)
Z	:	計算点の Z 座標 (m)
H_e	:	有効煙突高 (m)
z	:	拡散パラメータ
x, y	:	計算点の x, y 座標 (m)

2) 面源用ブルーム・パフ式

面源積分ブルーム式

$$C(R,Z) = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{Q_A}{U} \int_{R-a}^{R+a} \frac{2a}{\frac{R^2}{8} + 2a} \cdot \frac{1}{z} \left[\exp\left\{-\frac{(Z - H_e)^2}{2z^2}\right\} + \exp\left\{-\frac{(Z + H_e)^2}{2z^2}\right\} \right] d$$

ただし、計算点が面源の内部のときは

$$C(R,Z) = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \frac{Q_A}{U} \int_0^a \frac{2a}{\frac{R^2}{8} + 2a} \cdot \frac{1}{z} \left[\exp\left\{-\frac{(Z - H_e)^2}{2z^2}\right\} + \exp\left\{-\frac{(Z + H_e)^2}{2z^2}\right\} \right] d$$

Q_A : 面源排出強度 ($\text{Nm}^3/\text{m}^2 \cdot \text{s}$)

$2a$: 面源の一辺の長さ

面源積分パフ式

$$C(R,Z) = \frac{Q_A}{(2z)^{3/2}} \cdot \int_0^{a'} \int_0^2 \left(\frac{1}{R'^2 + b_1^2} + \frac{1}{R'^2 + b_2^2} \right) d \quad d$$

$$R' = (R^2 + z^2 - 2Rz \cos \theta)^{1/2}$$

a' : 面源と等面積の円の半径 (m)

$$b_1 = \frac{(Z - H_e)}{z}, \quad b_2 = \frac{(Z + H_e)}{z}$$

3) 線源用ブルーム・パフ式

線源積分ブルーム式

$$C(x, y, z) = \frac{Q_L}{\sqrt{2} \cdot u \cdot \cos \theta} \int_{r_1}^{r_2} \frac{1}{x \cdot z} \left[\exp\left(-\frac{(z - H_e)^2}{z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z + H_e)^2}{z^2}\right) \right] dx$$

但し、 Q_L : 単位長さ当たりの排出強度 (Nm³/s・m)

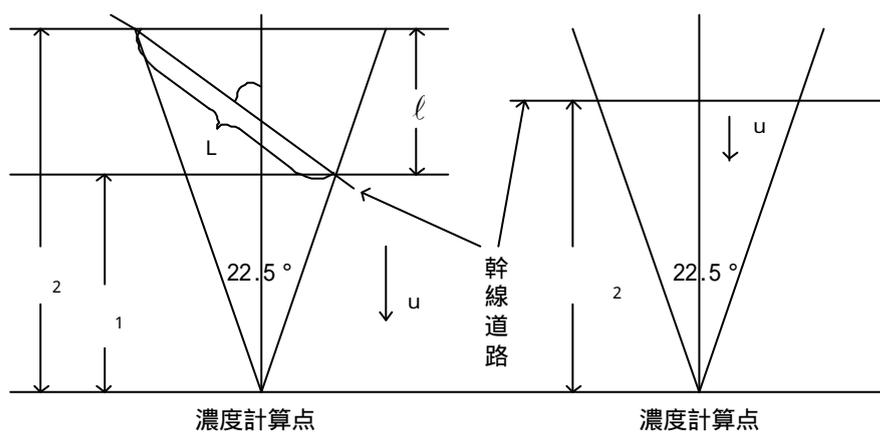
L : 濃度計算からみた1方位内に含まれる線源の長さ (m)

ℓ : x軸上のLの投影長さ (m)

θ : 線源と風向とのなす角

ここで、90°の場合は次式を用いる。線煙源の排出強度を点煙源に置き換えてQとし、

$$C(x, y, z) = \frac{Q''}{\sqrt{2} \cdot u \cdot \frac{x}{z}} \left[\exp\left(-\frac{(z - H_e)^2}{z^2}\right) + \exp\left(-\frac{(z + H_e)^2}{z^2}\right) \right]$$



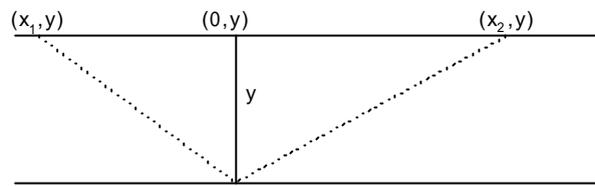
線源積分パフ式

$$C(y, z, x_1, x_2) = \frac{QL}{(2\pi)^{3/2}} \left\{ \frac{1}{a_1} \left(\tan^{-1} \frac{x_2}{a_1} - \tan^{-1} \frac{x_1}{a_1} \right) + \frac{1}{a_2} \left(\tan^{-1} \frac{x_2}{a_2} - \tan^{-1} \frac{x_1}{a_2} \right) \right\}$$

但し、 $a_1 = \sqrt{y^2 + b_1^2}$ $a_2 = \sqrt{y^2 + b_2^2}$

$b_1 = z + H$ $b_2 = z - H$

x_1, x_2 は下図の座標系における端点位置である。



線煙源 JEA 式

JEA (東京都修正) モデルを用いることにした。

表 3-12 JEA (東京都修正) モデル (その 1)

区分	適用の範囲	計 算 式	パ ラ メ ー タ																																																					
直 角 風 式	有風時(U ≧ 1m/s)で道路に対する風の進入角度(θ)が 40° 以上の場合に適用する。	<p>(Z, H_e を考慮した場合)</p> $C(x, y, z) = Q \cdot \frac{A \cdot (s)}{\sqrt{U \cdot \sin \theta} \cdot (x + x_0)^s} \cdot \exp \left[-B \left(\frac{Z^p + H_e^p}{x + x_0} \right) \right]$ $\cdot \left[\frac{B(H_e \cdot Z)^{1/s}}{x + x_0} \right]^{1-s} \cdot I_{s-1} \left[\frac{2B(H_e \cdot Z)^{1/s}}{x + x_0} \right] \times W(x; y_1, y_2)$ <p>ただし、 Q : 線煙源排出強度(Ncm³/m³・s) U : 風速(m/s) θ : 風と線煙源のなす角度 x : 計算点 R と線煙源までの垂直距離(m) Z : 計算点の高さ(m) H_e : 有効排出高(m) ただし、高架道路の場合は(実高 + 3 m) とする。 x₀ : 初期拡散パラメータ y₁, y₂ : 線煙源の端点座標 C(x,y,z) : 計算点の濃度 (ppm) (s) : ガンマ関数 I_{s-1}(x) : 第 1 種の変形ベッセル関数 W(x;y₁,y₂) : 有限線源効果を表す項で次の式で表す。</p> $W(x; y_1, y_2) = \begin{cases} \frac{1}{2} \left[\operatorname{erf} \left(G \cdot \frac{y_2}{\sqrt{x}} \right) - \operatorname{erf} \left(G \cdot \frac{y_1}{\sqrt{x}} \right) \right] & (y_2 > 0) \\ 0 & (y_1 < y_2 = 0) \end{cases}$ <p>ただし、 $\operatorname{erf}(W) = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^W e^{-t^2} dt$</p> <p>(H_e が 0 の場合)</p> $C(x, y, z) = Q \cdot \frac{A}{\sqrt{U \cdot \sin \theta}} \cdot \frac{1}{(x + x_0)^s} \cdot \exp \left(-B \frac{Z^p}{x + x_0} \right) \times W(x; y_1, y_2)$	<p>各パラメータの値 (直角風)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">パラメータ</th> <th rowspan="2">道路構造</th> <th colspan="3">沿 道 条 件</th> </tr> <tr> <th>低中層散在</th> <th>低中層密集</th> <th>高層密集</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">A</td> <td>平坦・掘割</td> <td>7.2</td> <td>2.16</td> <td>1.07</td> </tr> <tr> <td>高架</td> <td>5.4</td> <td>5.4</td> <td>5.4</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">S</td> <td>平坦・掘割</td> <td>=1.03</td> <td>=0.71</td> <td>=0.71</td> </tr> <tr> <td>高架</td> <td>=1.03</td> <td>=1.03</td> <td>=1.03</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">B</td> <td>平坦・掘割</td> <td>0.036</td> <td>0.018</td> <td>0.018</td> </tr> <tr> <td>高架</td> <td>0.036</td> <td>0.036</td> <td>0.036</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">G</td> <td>平坦・掘割</td> <td>=0.120</td> <td>=0.107</td> <td>=0.107</td> </tr> <tr> <td>高架</td> <td>=0.120</td> <td>=0.120</td> <td>=0.120</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">P</td> <td>平坦・掘割</td> <td>2.5</td> <td>2.5</td> <td>2.5</td> </tr> <tr> <td>高架</td> <td>2.5</td> <td>2.5</td> <td>2.5</td> </tr> </tbody> </table> <p>パラメータ算出式</p> $S = \frac{1}{\sin \theta} \cdot \exp \left(0.0103 \frac{L}{U \cdot \sin \theta} \right)$ $G = \frac{1}{\sin \theta} \cdot \exp \left(-0.0284 \frac{L}{U \cdot \sin \theta} \right)$ <p>ただし、L:放射収支量(cal/cm²・h) なお、放射収支量データがない場合には、日射量 R(cal/cm²・h) と雲量のデータから次のように設定する。</p> <p>R > 0 のとき L = 0.65 · R</p> <p>R = 0 のとき L = $\begin{cases} -0.9 & (\text{雲量}8\text{以上} \sim 10\text{未満}) \\ -2.7 & (\text{雲量}5 \sim 8) \\ -5.5 & (\text{雲量}0 \sim 5) \end{cases}$</p>	パラメータ	道路構造	沿 道 条 件			低中層散在	低中層密集	高層密集	A	平坦・掘割	7.2	2.16	1.07	高架	5.4	5.4	5.4	S	平坦・掘割	=1.03	=0.71	=0.71	高架	=1.03	=1.03	=1.03	B	平坦・掘割	0.036	0.018	0.018	高架	0.036	0.036	0.036	G	平坦・掘割	=0.120	=0.107	=0.107	高架	=0.120	=0.120	=0.120	P	平坦・掘割	2.5	2.5	2.5	高架	2.5	2.5	2.5
		パラメータ	道路構造			沿 道 条 件																																																		
低中層散在	低中層密集			高層密集																																																				
A	平坦・掘割	7.2	2.16	1.07																																																				
	高架	5.4	5.4	5.4																																																				
S	平坦・掘割	=1.03	=0.71	=0.71																																																				
	高架	=1.03	=1.03	=1.03																																																				
B	平坦・掘割	0.036	0.018	0.018																																																				
	高架	0.036	0.036	0.036																																																				
G	平坦・掘割	=0.120	=0.107	=0.107																																																				
	高架	=0.120	=0.120	=0.120																																																				
P	平坦・掘割	2.5	2.5	2.5																																																				
	高架	2.5	2.5	2.5																																																				
平 行 風 式	有風時(U ≧ 1m/s)で道路に対する風の進入角度(θ)が 40° 未満の場合に適用する。	<p>(Z, H_e を考慮した場合)</p> $C(x, y, z) = Q \cdot \frac{1}{2} \cdot \frac{A}{\sqrt{U \cdot \cos \theta}} \cdot \left\{ \frac{1}{\sqrt{B_+}} \cdot W_+(x; y_1, y_2) + \frac{1}{\sqrt{B_-}} \cdot W_-(x; y_1, y_2) \right\}$ <p>ただし、 Q : 線煙源排出強度(Ncm³/m³・s) U : 風速(m/s) θ : 風と線煙源のなす角度 $B_{\pm} = (x + x_0)^2 + G_2(Z \pm H_e)^2$ (複号同順) $W_{\pm}(x; y_1, y_2) = \begin{cases} 1 - \operatorname{erf} \left(G_1 \cdot \frac{\sqrt{B_{\pm}}}{\sqrt{y_2}} \right) & (y_1 = 0, y_2 > 0) \\ \operatorname{erf} \left(G_1 \cdot \frac{\sqrt{B_{\pm}}}{\sqrt{y_1}} \right) - \operatorname{erf} \left(G_2 \cdot \frac{\sqrt{B_{\pm}}}{\sqrt{y_2}} \right) & (0 < y_1 < y_2) \\ 0 & (y_1 < y_2 = 0) \end{cases}$ (複号同順) x : 計算点 R と線煙源までの距離(m) x₀ : 初期拡散パラメータ Z : 計算点の高さ(m) H_e : 有効排出高(m) y₁, y₂ : 線煙源の端点座標 C(x,y,z) : 計算点 R の濃度 (ppm)</p> <p>(H_e が 0 の場合)</p> $C(x, z) = \frac{Q}{\sqrt{U \cdot \cos \theta}} \cdot \frac{A}{\sqrt{(x + x_0)^2 + G_2 \cdot Z^2}} \cdot W(x; y_1, y_2)$	<p>各パラメータの値 (平行風)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th rowspan="2">パラメータ</th> <th rowspan="2">道路構造</th> <th colspan="3">沿 道 条 件</th> </tr> <tr> <th>低中層散在</th> <th>低中層密集</th> <th>高層密集</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">A</td> <td>平坦・掘割</td> <td>=6.98</td> <td>=6.98</td> <td>=3.29</td> </tr> <tr> <td>高架</td> <td>=0.039(L > 0) =0.132(L < 0)</td> <td>=0.039</td> <td>=0.0325</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">G₁</td> <td>平坦・掘割</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>高架</td> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">G₂</td> <td>平坦・掘割</td> <td>5.24</td> <td>4.32</td> <td>1.63</td> </tr> <tr> <td>高架</td> <td>5.24</td> <td>1.63</td> <td>1.63</td> </tr> </tbody> </table> <p>パラメータ算出式</p> $A(\text{平坦・掘割}) = \frac{1}{\cos \theta} \cdot \exp \left(- \frac{L}{U \cdot \cos \theta} \right)$ $A(\text{高架}) = 3.29 \exp \left(- \frac{L}{U \cdot \cos \theta} \right)$ $G_1 = 0.143 \exp \left(-0.0187 \frac{L}{U \cdot \cos \theta} \right)$	パラメータ	道路構造	沿 道 条 件			低中層散在	低中層密集	高層密集	A	平坦・掘割	=6.98	=6.98	=3.29	高架	=0.039(L > 0) =0.132(L < 0)	=0.039	=0.0325	G ₁	平坦・掘割	-	-	-	高架	-	-	-	G ₂	平坦・掘割	5.24	4.32	1.63	高架	5.24	1.63	1.63																		
パラメータ	道路構造	沿 道 条 件																																																						
		低中層散在	低中層密集	高層密集																																																				
A	平坦・掘割	=6.98	=6.98	=3.29																																																				
	高架	=0.039(L > 0) =0.132(L < 0)	=0.039	=0.0325																																																				
G ₁	平坦・掘割	-	-	-																																																				
	高架	-	-	-																																																				
G ₂	平坦・掘割	5.24	4.32	1.63																																																				
	高架	5.24	1.63	1.63																																																				

表 3-12 JEA (東京都修正) モデル (その 2)

区分	適用の範囲	計 算 式	パ ラ メ ー タ																								
無 風 ・ 弱 風 式	風速が 1m/s 未満の場合に適用する。	<p>(Z, H_e を考慮した場合)</p> $C(x, y, z) = Q \cdot \frac{A}{2} \cdot \left\{ \frac{1}{B_{\pm}^s} \cdot W_{\pm}(x: y_1, y_2) + \frac{1}{B_{\pm}^s} \cdot W_{\pm}(x: y_1, y_2) \right\}$ <p>ただし、Q: 線煙源排出強度(Ncm³/m³・s)</p> $B_{\pm} = (x + x_0)^2 + G \cdot (Z \pm H_e)^2 \quad (\text{複号同順})$ $W_{\pm}(x: y_1, y_2) = \frac{1}{2} \left[\tan^{-1} \left(\frac{y_2}{\sqrt{B_{\pm}}} \right) - \tan^{-1} \left(\frac{y_1}{\sqrt{B_{\pm}}} \right) \right]$ <p>(複号同順)</p> <p>(H_e が 0 の場合)</p> $C(x, z) = \frac{A \cdot Q}{((x + x_0)^2 + G \cdot Z^2)^s} \cdot W(x: y_1, y_2)$	各パラメータの値 (無風・弱風)																								
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>パラメータ</th> <th>道路構造</th> <th>放射収支量による分類</th> <th>パラメータ算出式</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">A</td> <td>平坦・掘割</td> <td>-</td> <td>A=1.86・exp(-0.011・L)</td> </tr> <tr> <td>高架</td> <td>-</td> <td>A=0.76・exp(-0.032・L)</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">S</td> <td>平坦・掘割</td> <td>-</td> <td>S=0.47・exp(0.015・L)</td> </tr> <tr> <td>高架</td> <td>-</td> <td>S=0.38・exp(0.015・L)</td> </tr> <tr> <td rowspan="3">G</td> <td>平坦・掘割</td> <td>-</td> <td>G=3.9</td> </tr> <tr> <td rowspan="2">高架</td> <td>L > 0</td> <td>G=5.5・exp(-0.05・L)</td> </tr> <tr> <td>L < 0</td> <td>G=5.5・exp(-0.90・L)</td> </tr> </tbody> </table>	パラメータ	道路構造	放射収支量による分類	パラメータ算出式	A	平坦・掘割	-	A=1.86・exp(-0.011・L)	高架	-	A=0.76・exp(-0.032・L)	S	平坦・掘割	-	S=0.47・exp(0.015・L)	高架	-	S=0.38・exp(0.015・L)	G	平坦・掘割	-	G=3.9	高架	L > 0
パラメータ	道路構造	放射収支量による分類	パラメータ算出式																								
A	平坦・掘割	-	A=1.86・exp(-0.011・L)																								
	高架	-	A=0.76・exp(-0.032・L)																								
S	平坦・掘割	-	S=0.47・exp(0.015・L)																								
	高架	-	S=0.38・exp(0.015・L)																								
G	平坦・掘割	-	G=3.9																								
	高架	L > 0	G=5.5・exp(-0.05・L)																								
		L < 0	G=5.5・exp(-0.90・L)																								

表 3-13 JEA 式用拡散パラメータ・風速階級別放射収支量設定値 (cal/cm²・h)

風速ランク m/s	B	BC	C	CD	D _D	D _N	E	F	G
~0.9	10.0	7.5	5.0	2.5	1.0	-0.9	-2.7	-5.7	-7.4
1.0 ~1.9	10.0	7.5	5.0	2.5	1.0	-0.9	-2.7	-5.7	-7.4
2.0 ~2.9	22.5	10.0	10.0	5.0	2.5	-2.7	-2.7	-5.7	-7.4
3.0 ~3.9	40.0	22.5	22.5	10.0	5.0	-4.2	-4.2	-5.7	-7.4
4.0 ~5.9	40.0	40.0	40.5	22.5	10.0	-4.2	-5.7	-7.4	-7.4
6.0 ~7.9	40.0	40.0	40.5	40.0	22.5	-5.7	-5.7	-7.4	-7.4
8.0 ~	40.0	40.0	40.5	40.0	22.5	-5.7	-7.4	-7.4	-7.4

注) 1 cal/cm² h=0.0149MJ/cm²・h

拡散パラメータ

拡散パラメータの設定にあたっては、参考資料に整理した気象の概況を踏まえて検討を行った。

1) 拡散パラメータの代表安定度

表 3-14 拡散パラメータの代表安定度

期 安定度 拡散場 時間帯 区分		非暖房期				暖房期			
		午前	午後	夜	深夜	午前	午後	夜	深夜
「地上」	不安定	B BC	B B	(C) (BC)	(CD) (CD)	CD CD	CD CD	(CD) (CD)	(D _D) (D _D)
	昼の中立	D C	D BC	(D) (C)	(DE) (DE)	D D _D	D D _D	(D) (D _D)	(E) (E)
	夜の中立	- -	- -	DE D _D	E F	- -	- -	E E	F F
	安定	- -	- -	F E	F G	- -	- -	G G	G G
「下層」	不安定	BC	BC	(BC)	(BC)	C	CD	(C)	(CD)
	昼の中立	D	D	(D)	(D)	D	D	(D)	(D)
	夜の中立	-	-	DE	DE	-	-	DE	DE
	安定	-	-	E	E	-	-	E	E
「上層」	不安定	D	D	(D)	(D)	D	D	(D)	(D)
	昼の中立	D	D	(D)	(D)	D	D	(D)	(D)
	夜の中立	-	-	DE	DE	-	-	DE	DE
	安定	-	-	DE	DE	-	-	DE	DE

注 1. 「地上」の下段は、JEAモデルの拡散パラメータ区分である。
 2. -の部分は出現が無い。()付の部分は出現率が極めて少ない。

ブルームモデル用パラメータ

表 3-15 Pasquill-Gifford 関の近似関係

$$y(x) = y \cdot x^y$$

安定度	y	y	風下距離 x (m)
A	0.901	0.426	0 ~ 1,000
	0.851	0.602	1,000 ~
B	0.914	0.282	0 ~ 1,000
	0.865	0.396	1,000 ~
C	0.924	0.1772	0 ~ 1,000
	0.885	0.232	1,000 ~
D	0.929	0.1107	0 ~ 1,000
	0.889	0.1467	1,000 ~
E	0.921	0.0864	0 ~ 1,000
	0.897	0.1019	1,000 ~
F	0.929	0.0554	0 ~ 1,000
	0.889	0.0733	1,000 ~
G	0.921	0.0380	0 ~ 1,000
	0.896	0.0452	1,000 ~

$$z(x) = z \cdot x^z$$

安定度	z	z	風下距離 x (m)
A	1.122	0.0800	0 ~ 300
	1.514	0.00855	300 ~ 500
	2.109	0.000212	500 ~
B	0.964	0.1272	0 ~ 500
	1.094	0.0570	500 ~
C	0.918	0.1068	0 ~
D	0.826	0.1046	0 ~ 1,000
	0.632	0.400	1,000 ~
	0.555	0.811	10,000 ~
E	0.788	0.0928	0 ~ 1,000
	0.565	0.433	1,000 ~
	0.415	1.732	10,000 ~
F	0.784	0.0621	0 ~ 1,000
	0.526	0.370	1,000 ~
	0.323	2.41	10,000 ~
G	0.794	0.0373	0 ~ 1,000
	0.637	0.1105	1,000 ~ 2,000
	0.431	0.529	2,000 ~
	0.222	3.62	10,000 ~

パフモデル用パラメータ

表 3-16 無風、弱風時に係る拡散パラメータ

(1) 無風時 (0.4m/s) の

安定度			
Pasquill の分類	Shir の分類		
A	- 3	0.948	1.569
A ~ B	- 3 ~ - 2	0.859	0.862
B	- 2	0.781	0.474
B ~ C	- 2 ~ - 1	0.702	0.314
C	- 1	0.635	0.208
C ~ D	- 1 ~ 0	0.542	0.153
D	0	0.470	0.113
E	1	0.439	0.067
F	2	0.439	0.048
G	3	0.439	0.029

(2) 弱風時 (0.5~0.9m/s) の

安定度			
Pasquill の分類	Shir の分類		
A	- 3	0.748	1.569
A ~ B	- 3 ~ - 2	0.659	0.862
B	- 2	0.581	0.474
B ~ C	- 2 ~ - 1	0.502	0.314
C	- 1	0.435	0.208
C ~ D	- 1 ~ 0	0.342	0.153
D	0	0.270	0.113
E	1	0.239	0.067
F	2	0.239	0.048
G	3	0.239	0.029

2) 初期拡散幅

ブルームモデルの z_0

表 3-17 ブルームモデル

	周辺地域
工場面源	10m
自動車線源・面源	3m
群小面源	3m

J E Aモデルの x_0

道路構造によらず一律 $x_0=1m$ とした。

沈着・変質モデル

NOx 濃度の乾性沈着及び変質 (NOx HNO₃ やエアロゾル 等) による減衰は無視した。

重合濃度計算式

任意地点の NOx 重合濃度は、以下により計算する。

1) 気象条件別重合濃度

$$C_w(i, j, k, l, m) = \sum_s C_s(i, j, k, l, m)$$

$$C_c(k, l, m) = \sum_s C_s(k, l, m)$$

$C_w(i, j, k, l, m)$: m 期, l 時間帯における風向 i, 風速階級 j, 安定度階級 k の濃度 (有風時)

$C_c(k, l, m)$: m 期, l 時間帯における安定度階級 k の濃度 (無風時)

C_s : 個別煙源 s からの気象条件別寄与濃度

2) 期別・時間帯別平均濃度 \bar{C}_{lm}

$$\bar{C}_{lm} = \sum_k \left\{ \sum_j \sum_i C_w(i, j, k, l, m) f_w(i, j, k, l, m) + C_c(k, l, m) f_c(k, l, m) \right\}$$

$f_w(i, j, k, l, m)$: m 期, l 時間帯における有風時風向 i, 風速階級 j, 安定度階級 k の出現率

$f_c(k, l, m)$: m 期, l 時間帯における無風時安定度階級 k の出現率

3) 年平均濃度 \bar{C}

$$\bar{C} = \sum_m \sum_l \bar{C}_{lm} \cdot w_{lm}$$

w_{lm} : 期 m, 時間帯 l の時間ウェイト

NO₂変換モデル

NO₂変換モデルには統計モデルを採用し、期別時間帯別の NOx 濃度と NO₂ 濃度の回帰分析結果をパラメータとして用いた。

$$\text{転換モデル } [\text{NO}_2] = \quad \cdot [\text{Nox}]$$

$$\text{ここに } [\text{NOx}] = [\text{NOx}]_0 + [\text{Nox}]_B$$

[NOx]₀ : 拡散計算濃度

[NOx]_B : バックグラウンド濃度

濃度データには、宮城県内全域における平成 8 年度測定結果を用いた。但し、古川自排局は、他の測定局データとの違いが大きいこと（下図参照）及び仙台都市圏外であることから、対象データから除いた。結果的に対象局数は一般局 31 局、自排局 9 局の併せて 40 局である。

得られた結果を次頁の表に示す。パラメータは、一般局と自排局別に算出し、NO₂ 濃度が一致する NOx 濃度を境に分けて適用した。[NOx]_B は拡散計算で再現できないバックグラウンド濃度であり、ここでは、一般局における実測 NOx 濃度と拡散計算濃度の平均乖離 (A₀) 4.22ppb を [NOx]_B とみなした。

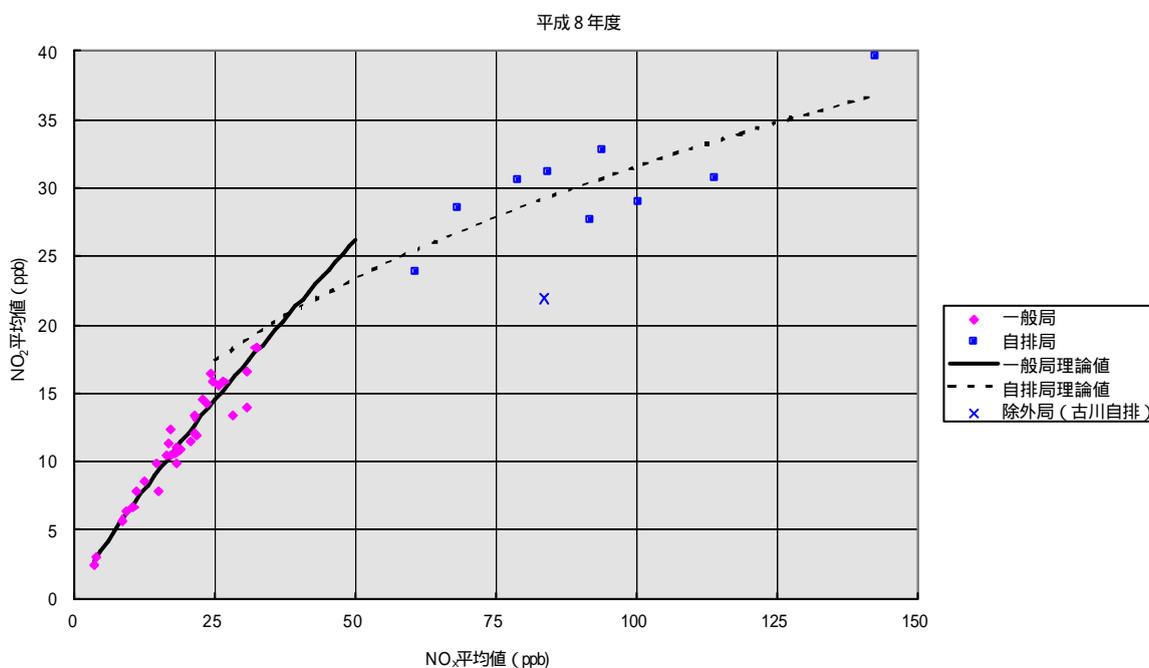


図 3-10 NOx 年平均値と NO₂ 年平均値の関係

表 3-18 期別時間帯別平均 NOx 濃度と NO₂ 濃度の回帰分析結果

		一般局 (N=31)			自排局 (N=9)			境界 NOx 濃度 (ppb)
				r			r	
非暖房期	午前	0.935	0.741	0.988	0.445	4.320	0.916	36.4
	午後	0.984	0.728	0.991	0.525	3.225	0.964	25.5
	夜	0.931	0.851	0.986	0.490	3.735	0.917	28.8
	深夜	0.844	0.968	0.975	0.372	4.637	0.754	27.7
	全日	0.911	0.841	0.985	0.420	4.637	0.868	32.3
暖房期	午前	0.812	0.919	0.967	0.467	3.781	0.771	60.4
	午後	0.912	0.783	0.972	0.591	2.150	0.875	23.3
	夜	0.793	1.107	0.967	0.600	2.021	0.859	22.8
	深夜	0.780	1.119	0.964	0.429	3.822	0.827	33.1
	全日	0.808	1.010	0.967	0.456	3.793	0.760	43.3
全年	午前	0.877	0.800	0.982	0.453	4.101	0.859	47.3
	午後	0.957	0.739	0.987	0.540	2.877	0.938	26.1
	夜	0.856	0.972	0.981	0.541	2.836	0.898	29.8
	深夜	0.805	1.056	0.974	0.405	4.131	0.802	30.2
	全日	0.855	0.925	0.980	0.431	4.338	0.818	38.4

(注1) $[NO_2] = \text{係数} \cdot [NOx]$ r : 相関係数

(注2) 濃度単位 : ppb

(2) 濃度計算結果

モデルの再現性

平成8年度測定の実測濃度を対象に、作成したNO₂濃度シミュレーションモデルの再現性を窒素酸化物総量規制マニュアルに示された判定条件(次頁の表参照)に従って検討した。

評価対象とした測定局は、仙台都市圏に存在する一般局20局、自排局7局とし、苦竹自排局は周辺道路構造が複雑なこと及び直面道路の片方が現況ネットワーク対象外であることから、対象外とした。

以下の表はモデルの評価ランクについて整理したものである。NO₂濃度は、午前、夜間、深夜を除いて「A」ランクが得られた。

以上の判定結果より、本シミュレーションモデルは仙台都市圏に適用できる実用的モデルであると判断される。

表3-19 拡散モデルの評価表(NO₂)

物質 NO₂

期	時間帯	測定局数	回帰傾き	回帰切片	相関係数	測定平均	計算平均	A O	変動係数	評価
非暖房期	午前	27	0.851	3.690	0.856	16.389	14.920	1.469	0.308	A
	午後	27	0.944	1.465	0.804	13.996	13.280	0.716	0.439	A
	夜	27	0.909	1.999	0.885	19.319	19.043	0.275	0.233	A
	深夜	27	0.883	2.839	0.883	13.752	12.356	1.396	0.200	A
	全日	27	0.903	2.297	0.874	15.985	15.156	0.830	0.252	A
	暖房期	午前	27	0.895	6.279	0.881	20.181	15.532	4.650	0.227
午後		27	1.063	0.237	0.848	14.707	13.613	1.095	0.343	A
夜		27	0.823	4.530	0.873	22.556	21.904	0.651	0.216	A
深夜		27	1.007	1.441	0.869	16.763	15.221	1.542	0.198	-
全日		27	0.938	2.437	0.886	18.844	17.485	1.360	0.206	A
全年		午前	27	0.877	4.781	0.872	17.963	15.024	2.939	0.263
	午後	27	1.005	0.598	0.834	14.285	13.620	0.665	0.380	A
	夜	27	0.884	2.408	0.882	20.674	20.661	0.013	0.218	A
	深夜	27	0.950	2.089	0.874	15.052	13.639	1.413	0.197	A
	全日	27	0.929	2.194	0.886	17.185	16.134	1.051	0.222	A

[計算値と実測値の整合性に係る個別条件]

1)	$a_0 \leq \frac{1}{3}(\bar{Y} - BG) + BG$
2)	$a_0 \leq \frac{2}{5}(\bar{Y} - BG) + BG$
3)	回帰直線の傾きが 0.8 から 1.2 の範囲内でできるだけ 1 に近く、かつ、相関係数が少なくとも 0.71 以上であり可能な限り 0.8 以上であること。
4)	$S' / \bar{Y} \leq \frac{1}{5}$
5)	$S' / \bar{Y} \leq \frac{1}{4}$
6)	$S' / \bar{Y} \leq \frac{1}{3}$
	\bar{Y} : 測定局についての実測値の平均値
	\bar{X} : 測定局についての計算値の平均値
	$a_0 = \bar{Y} - \bar{X}$
	B G = 自然界のバックグランド値等
	$S' / \bar{Y} : \bar{Y} = \bar{X} + a_0$ からの変動係数

注) NO₂ 変換式に統計モデルを使う場合、 a_0 の条件は、

$$|a_0| \leq 1.5 \text{ ppb}$$

または、

$$|a_0| \leq 0.05 \cdot \bar{Y}$$

のいずれかが満足されるという条件に置き換える。

[計算値と実測値の整合性に係る精度ランク]

(ア) A ランクの条件
1) と 3) と 5)、又は 1) と 4) の条件を満足すること。なお 1) と 4) の条件を満足する場合であっても回帰直線の傾きは、できるだけ 1 に近いこと。
(イ) B ランクの条件
2) と 5) を満足すること。
(ウ) C ランクの条件
2) と 6) を満足すること。

[評価期間ごとの判定条件]

表 3-20 評価期間ごとの判定条件

		季 (期) 区分	
		各季 (期)	年
時間帯 区分	各時間帯	C	B
	日	B	A

測定局における現況濃度

各測定局の発生源別 NOx 寄与濃度及び重合濃度を次頁の表に示す。A₀ は測定濃度との差を表わす。次次頁には、NO₂ 計算濃度及び NOx 寄与率から推定される測定濃度に占める発生源別 NO₂ 寄与濃度を示す²。

NOx ,NO₂ 濃度における発生源寄与率（BG を除く）を一般局，自排局別に整理すると、自動車発生源の寄与率は一般局平均で 71%、自排局平均で 85%と非常に高い。

² NO₂ は、大気中における反応により生成される物質であるため、NO₂ としての発生源別寄与濃度は本来、推定できない。ここでは、便宜的に NOx 寄与率で割りつけた濃度を NO₂ 寄与濃度として示した。

表 3-21 平成 8 年度 NOx 年平均濃度 (ppb)

	測定値	計算値	工場		事業所		民生	自動車	AO	
			(点源)	(面源)	(点源)	(面源)	(面源)	(線源)	(近傍)	
< 一般局 > 測定局数 = 20										
利府	18.80	15.30	0.79	0.01	0.96	0.11	1.61	7.74	4.08	3.50
塩釜	21.20	12.10	0.78	0.01	1.11	0.16	2.62	6.45	0.94	9.10
七ヶ浜	10.40	8.67	0.83	0.01	0.42	0.13	1.74	4.15	1.38	1.73
名取	26.50	15.96	0.57	0.04	0.46	0.23	2.83	9.19	2.64	10.54
岩沼	17.90	10.56	0.51	0.02	0.72	0.07	2.19	6.16	0.90	7.34
国設仙台	24.10	25.19	0.54	0.36	0.65	0.33	4.55	13.51	5.25	-1.09
多賀城 2	21.60	20.75	0.77	0.02	0.66	0.16	2.85	8.44	7.86	0.85
柴田	18.00	7.01	0.20	0.01	0.13	0.02	1.53	2.90	2.19	10.99
松島	14.80	9.40	0.43	0.01	0.20	2.14	1.05	5.41	0.16	5.40
大和	28.00	13.10	0.56	0.01	0.33	0.08	1.43	5.72	4.97	14.90
高砂	23.40	16.44	0.54	0.03	0.68	0.15	4.39	10.64	0.00	6.96
鶴谷	22.80	18.62	0.48	0.05	0.74	0.27	5.89	11.18	0.00	4.18
榴岡	25.70	40.36	0.50	0.18	0.80	0.34	12.76	20.70	5.07	-14.66
長町	24.60	27.37	0.51	0.13	0.89	0.19	7.04	18.60	0.00	-2.77
中山	17.20	17.06	0.41	0.11	0.98	0.14	5.43	9.99	0.00	0.14
中野	20.50	13.26	0.68	0.03	2.12	0.12	2.91	7.40	0.00	7.24
七郷	30.60	21.90	0.54	0.07	1.15	0.33	5.22	13.98	0.60	8.70
山田	21.20	15.66	0.49	0.06	0.29	0.14	2.75	11.33	0.60	5.54
泉	32.20	22.35	0.44	0.03	0.93	0.15	5.52	14.43	0.85	9.85
宮城	14.50	9.93	0.38	0.03	0.42	0.12	2.03	5.41	1.54	4.57
一般局平均	21.70	17.05	0.55	0.06	0.73	0.27	3.82	9.67	1.95	4.65
< 自排局 > 測定局数 = 8										
塩釜自排	60.70	18.78	0.74	0.01	1.11	0.17	6.13	8.71	1.90	41.92
名取自排	100.10	40.81	0.58	0.05	0.65	0.17	4.23	10.73	24.40	59.29
台原	84.30	46.23	0.49	0.11	0.70	0.27	8.60	15.70	20.36	38.07
東六	93.80	94.56	0.48	0.18	0.69	0.40	24.73	22.20	45.87	-0.76
苦竹	* 142.50	87.43	0.49	0.09	1.01	0.34	8.48	19.92	57.10	55.07
木町	78.80	50.79	0.46	0.16	0.73	0.32	13.83	17.04	18.24	28.01
五橋	68.20	121.55	0.52	0.26	0.73	0.45	17.14	26.56	75.88	-53.35
泉 - 2	113.90	98.24	0.43	0.03	0.55	0.11	3.87	9.55	83.69	15.66
自排局平均	92.79	69.80	0.52	0.11	0.77	0.28	10.88	16.30	40.93	22.99

表 3-22 平成 8 年度 NO₂ 年平均濃度 (ppb)

	測定値	計算値	工場		事業所		民生	自動車	AO	
			(点源)	(面源)	(点源)	(面源)	(面源)	(線源)	(近傍)	
< 一般局 > 測定局数 = 20										
利府	10.90	11.95	0.62	0.01	0.75	0.08	1.26	6.05	3.18	-1.05
塩釜	12.00	10.29	0.67	0.01	0.95	0.14	2.23	5.49	0.80	1.71
七ヶ浜	6.70	8.46	0.81	0.01	0.41	0.13	1.70	4.06	1.35	-1.76
名取	15.80	12.29	0.44	0.03	0.36	0.17	2.18	7.07	2.03	3.51
岩沼	10.60	9.48	0.46	0.02	0.65	0.06	1.96	5.53	0.80	1.12
国設仙台	16.40	16.87	0.36	0.24	0.44	0.22	3.04	9.04	3.52	-0.47
多賀城 2	11.90	14.70	0.54	0.01	0.47	0.11	2.02	5.98	5.57	-2.80
柴田	9.90	7.00	0.20	0.01	0.13	0.02	1.53	2.90	2.19	2.90
松島	7.80	8.86	0.41	0.01	0.19	2.02	0.99	5.10	0.15	-1.06
大和	13.40	10.82	0.46	0.01	0.27	0.07	1.19	4.72	4.10	2.58
高砂	14.20	12.54	0.41	0.02	0.52	0.11	3.35	8.11	0.00	1.66
鶴谷	14.50	13.64	0.35	0.03	0.54	0.20	4.32	8.19	0.00	0.86
榴岡	15.60	22.38	0.28	0.10	0.44	0.19	7.08	11.48	2.81	-6.78
長町	15.90	17.92	0.34	0.09	0.58	0.13	4.61	12.18	0.00	-2.02
中山	12.40	12.85	0.31	0.08	0.74	0.11	4.09	7.53	0.00	-0.45
中野	11.40	10.91	0.56	0.02	1.75	0.10	2.40	6.08	0.00	0.49
七郷	16.60	15.27	0.38	0.05	0.80	0.23	3.64	9.75	0.42	1.33
山田	13.30	12.14	0.38	0.04	0.22	0.11	2.13	8.78	0.46	1.16
泉	18.30	15.49	0.31	0.02	0.64	0.11	3.83	10.00	0.59	2.81
宮城	9.90	9.15	0.35	0.02	0.39	0.11	1.87	4.98	1.42	0.75
一般局平均	12.88	12.65	0.43	0.04	0.56	0.22	2.77	7.15	1.47	0.22
< 自排局 > 測定局数 = 8										
塩釜自排	23.90	13.72	0.54	0.01	0.81	0.13	4.48	6.36	1.39	10.18
名取自排	29.00	22.48	0.32	0.03	0.36	0.09	2.33	5.91	13.44	6.52
台原	31.10	23.60	0.25	0.06	0.36	0.14	4.39	8.01	10.39	7.50
東六	32.70	31.46	0.16	0.06	0.23	0.13	8.23	7.39	15.26	1.24
苦竹	* 39.60	30.47	0.17	0.03	0.35	0.12	2.95	6.94	19.90	9.13
木町	30.60	24.48	0.22	0.08	0.35	0.15	6.67	8.22	8.80	6.12
五橋	28.50	34.90	0.15	0.08	0.21	0.13	4.92	7.63	21.79	-6.40
泉 - 2	30.70	31.96	0.14	0.01	0.18	0.04	1.26	3.11	27.23	-1.26
自排局平均	30.76	26.63	0.24	0.04	0.36	0.12	4.40	6.70	14.78	4.13

3 - 2 - 3 . CO₂ 排出量推計モデル

(1) 自動車交通からの CO₂ 排出量推計

自動車交通からの CO₂ 排出量は、道路ネットワークのリンク毎に以下の式を使用して推計する。

$$\text{CO}_2 \text{ 排出量} = \text{時間帯別} \cdot \text{車種別交通量} \times \text{車種別 CO}_2 \text{ 排出原単位 (g/km 台)} \cdots \cdots (1)$$

ただし、CO₂ 排出原単位は以下に示すような速度の原単位であるため、リンク毎の時間帯別走行速度を用いて、リンク別時間帯別の CO₂ 排出原単位を設定した。

$$\text{CO}_2 \text{ 排出原単位} = \frac{a1}{v} + a2 * v + a3 * v^2 + a4 \cdots \cdots (2)$$

a1, a2, a3, a4は係数 , vは速度 (km / h)

表 3-23 車種別速度別 CO₂ 排出原単位 ((2) 式の係数の値)

	a1	a2	a3	a4
乗用車	562.590	-0.805	0.007	53.687
小型貨物	395.606	-0.672	0.006	59.663
普通貨物	658.813	-2.792	0.023	194.027

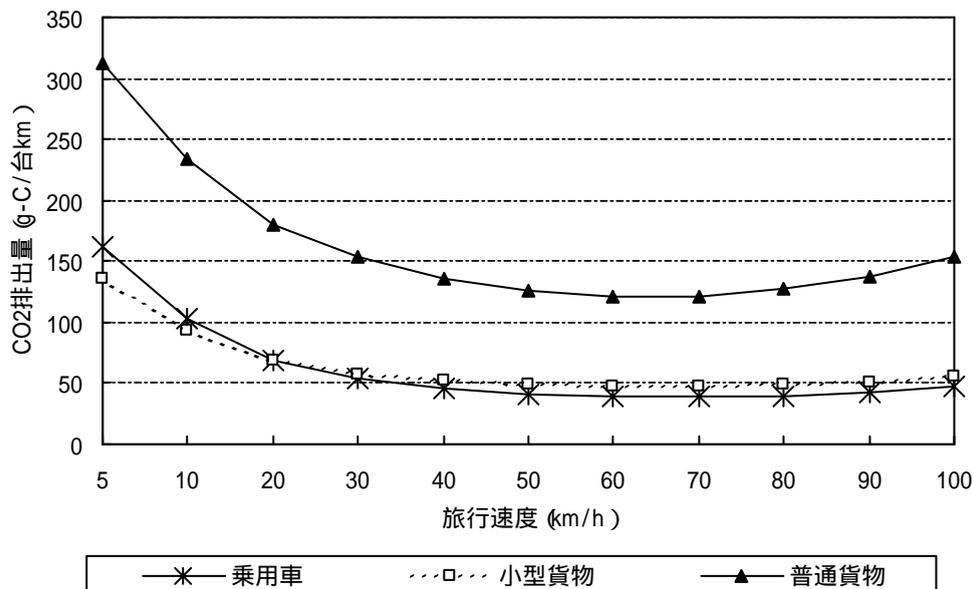


図 3-11 車種別速度別 CO₂ 排出原単位

(2) 民生(家庭、業務)からのCO₂排出量推計

CO₂排出量推計手法の検討

大気濃度予測に使用するNO_x排出量の推計方法と整合をとるために、宮城県や仙台都市圏内の市町村で1年間に使用される都市ガス、LPガス、灯油の消費量から世帯当りのエネルギー使用量を求め、メッシュ別、月別、時間帯別に推計する方法を採用した。

しかし、この方法では、家庭において戸建てと集合住宅、業務において業種別に推計することができず、また熱利用用途別の推計も出来ないため、施策効果の計算ができないといった問題があった。そこで以下に示すような推計フローにより、戸建て/集合住宅別や業種別、熱利用用途別に推計が行える方法を作成した。

民生(家庭)

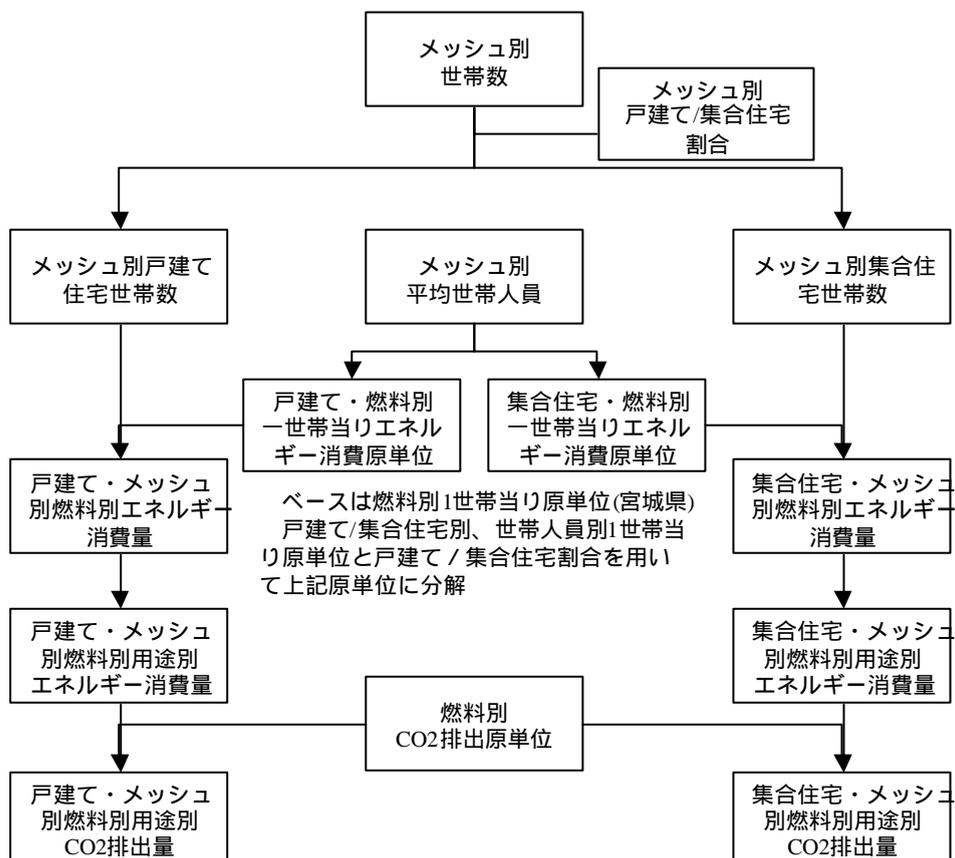


図 3-12 民生(家庭)エネルギー消費量・CO₂排出量推計方法

仙台都市圏の世帯人員別・戸建て/集合住宅別の1世帯あたり燃料消費原単位は以下の方法で作成した。

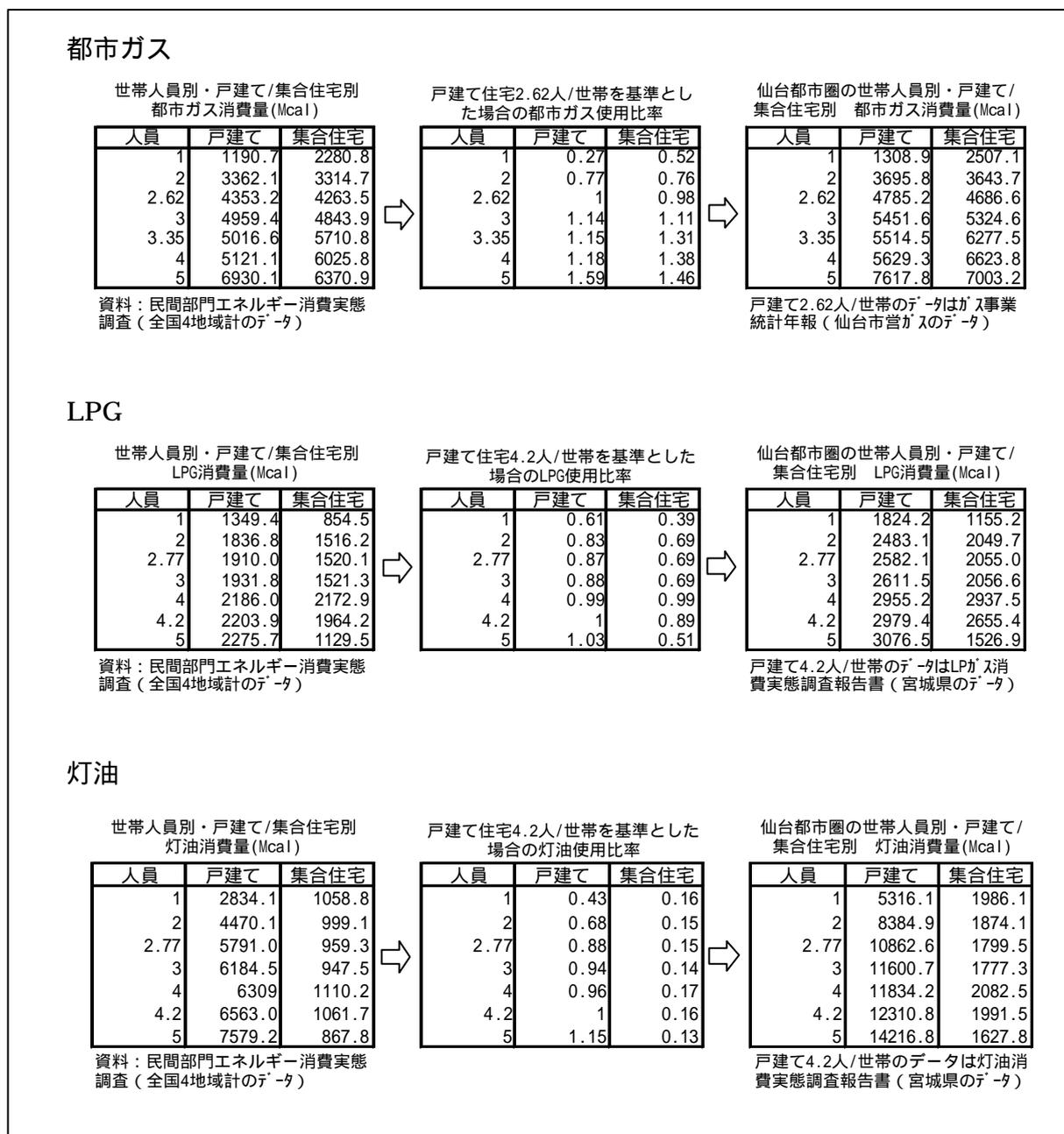


図 3-13 燃料消費原単位の設定

戸建て住宅および集合住宅の燃料種類別の熱用途構成比は「民生部門エネルギー消費実態調査」より、以下の値を使用した。

表 3-24 戸建て住宅 燃料種類別・熱用途構成比

	電気	都市ガス	LPG	灯油
照明・動力等	82.4%	0.0%	0.0%	0.0%
厨房・煮炊	0.1%	20.7%	32.7%	0.0%
給湯	2.7%	67.3%	63.8%	32.1%
暖房	9.5%	12.1%	3.6%	67.9%
冷房	5.4%	0.0%	0.0%	0.0%
合計	100%	100%	100%	100%

表 3-25 集合住宅 燃料種類別・熱用途構成比

	電気	都市ガス	LPG	灯油
照明・動力等	75.9%	0.0%	0.0%	0.0%
厨房・煮炊	0.5%	24.9%	18.7%	0.0%
給湯	9.1%	55.3%	80.3%	2.5%
暖房	9.3%	19.8%	1.0%	97.5%
冷房	5.1%	0.0%	0.0%	0.0%
合計	100%	100%	100%	100%

民生（業務）

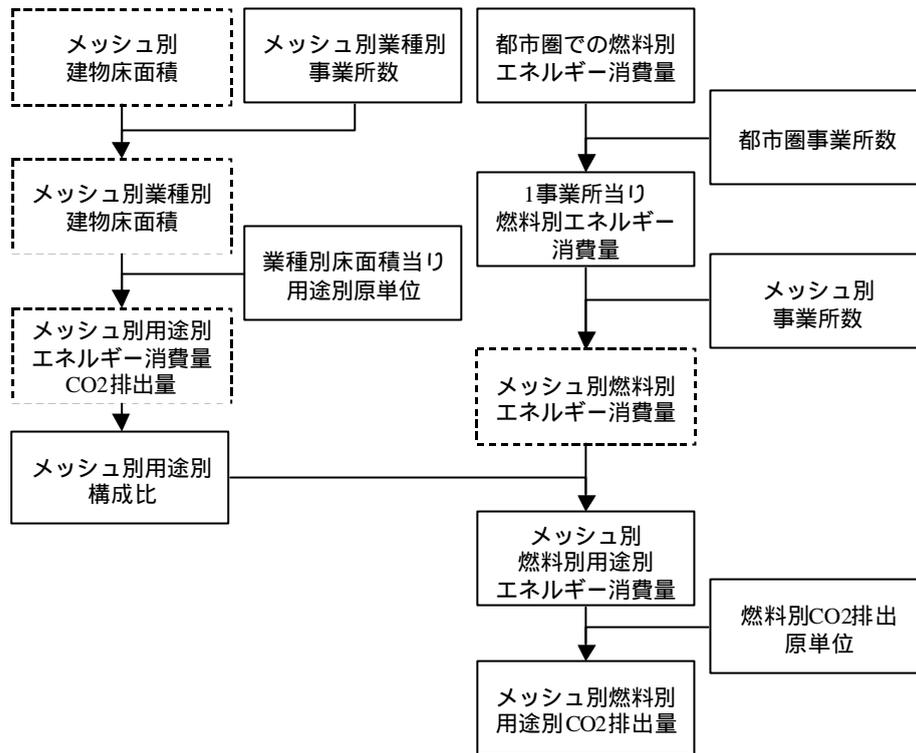


図 3-14 民生（業務）エネルギー消費量・CO₂排出量推計方法

表 3-26 事業所別 燃料種類別・熱用途別エネルギー消費原単位

単位：Mcal/m²

事業所種類	電気				都市ガス				LPG			
	照明・動力	その他熱需要	冷房	暖房	照明・動力	その他熱需要	冷房	暖房	照明・動力	その他熱需要	冷房	暖房
事務所	100.1	0	15.6	3.7	0	10.5	17.4	9.8	0	0.1	0	0.1
卸売業	61.8	0	14.3	3.1	0	14.6	0	0.2	0	0	0	0
小売業	213.2	0	65.7	9.2	0	14.7	0	0	0	0.1	0	0
飲食店	210.9	0	53.9	14.4	0	204	0	2	0	97.7	0	0
学校	40.2	0	3.8	2.4	0	5.7	3.6	9.4	0	0.7	0.1	0.6
ホテル・旅館	148.4	0	22.4	1.4	0	99.9	26.3	12.8	0	8.7	0.5	0.5
病院	122.7	0	17.2	3.3	0	77	19.3	17.4	0	1.9	0	0
診療所	67	0	14.2	22.1	0	13.3	0	1.8	0	2.1	0	0
理美容業	123.8	0	33.5	12.8	0	121.3	0	4.7	0	10.9	0	6.8
文化施設	99.8	0	12	2.6	0	19.2	26.5	18.4	0	0.4	0	0
スポーツ施設	77	0	5.7	1.3	0	39.3	11.1	15.2	0	2.4	0	0
娯楽業	441.5	0	188.1	6.5	0	15.3	43.6	4.1	0	0	0	0

事業所種類	灯油				A重油			
	照明・動力	その他熱需要	冷房	暖房	照明・動力	その他熱需要	冷房	暖房
事務所	0	0	0.2	2.7	0	1.2	0.7	13.3
卸売業	0	0	0	1.1	0	0	0	6.9
小売業	0	0	0	0.2	0	0	0	0
飲食店	0	34.6	0	5.2	0	0	0	0
学校	0	0.5	0	4.9	0	0.9	0	11.9
ホテル・旅館	0	16.1	2	4.3	0	77.3	10.4	17.2
病院	0	21.7	3.8	9.8	0	70	8.3	27.9
診療所	0	0	0	3.8	0	0	0	0
理美容業	0	0	0	27.2	0	0	0	0
文化施設	0	0.5	2	3.3	0	1.9	0.3	6.9
スポーツ施設	0	5.6	1.2	3.7	0	0.9	0.5	0.9
娯楽業	0	0	0	0	0	0	0	0

なお、各燃料のCO₂排出原単位は温暖化排出ガスの国別報告書作成に使用する以下の値を採用した。

表 3-27 燃料種類別 CO₂ 排出原単位

燃料	CO ₂ 排出原単位 (kgCO ₂ /10 ⁴ kcal)	発熱量
電気	0.357	860 kcal/kwh
都市ガス	2.15	5,000 kcal/m ³
LP ガス	3.02	12,000 kcal/kg
灯油	2.51	8,900 kcal/l
重油	2.77	9,300 kcal/l

CO₂ 排出量推計結果の検証

上記推計方法で得られる仙台市のエネルギー消費量と「仙台市地球温暖化対策推進計画(H2値をH8に年次補正)」を比較し、精度の検証を行った。家庭部門で7%、業務部門で13%の誤差がある。

本研究と仙台市の推計において異なる方法を採用している(トップダウン式とボトムアップ式)ことを鑑みると、異なる推計方法であるにも関わらず誤差の値は小さく、シミュレーションケース間の比較が主な目的である本研究の趣旨に照らし合わせれば、許容できる誤差範囲に収まっていると考えられる。

表 3-28 仙台市における民生家庭のエネルギー消費量推計結果比較

	電気	都市ガス	LPG	灯油	Tcal 合計	
A. 仙台市地球温暖化対策推進計画(H7) (H8年値に補正)	1,118.1	1,283.7	248.5	1,490.8	4,141.1	
B. 本研究の推計結果	1,039.2	1,146.3	277.2	1,386.0	3,848.7	
誤差 (B-A)/A	-7.1%	-10.7%	11.6%	-7.0%	-7.1%	

表 3-29 仙台市における民生業務のエネルギー消費量推計結果比較

	電気	都市ガス	LPG	灯油	A重油	Tcal 合計
A. 仙台市地球温暖化対策推進計画(H7) (H8年値に補正)	1,896.2	541.8	101.6	270.9	541.8	3,352.2
B. 本研究の推計結果	2,143.4	316.4	95.3	514.6	719.5	3,789.3
誤差 (B-A)/A	13%	-42%	-6%	90%	33%	13%

3 - 3 . シミュレーション結果

3 - 3 - 1 . 騒音レベルのシミュレーション結果

(1) 現況における推計結果

現況の騒音レベルの推計結果を以下に示す。予測地点は道路端であり、平日・休日別、昼夜別 Leq を推計した。

都市圏全体での騒音ランク別道路延長は、平日の昼間において、昼間で最も緩い環境基準（幹線交通を担う道路に近接する空間の基準値）70dB を超過する区間が 57.8% と、環境基準を超過している路線が多い。また、夜間についても、夜間で最も緩い環境基準である 65dB を超過する区間が 59.0% と多い。休日は平日より緩和されるものの、環境基準の超過路線が多く、都市圏の自動車交通騒音は厳しい状況にある。

大ゾーン別での騒音ランク別道路延長より特に騒音の厳しい箇所を見出すと、4号バイパス沿道の仙台市宮城野区や若林区、国道が交差する青葉区で 70dB を超える道路延長が 80% に達するゾーンがある。

また、リンク別の騒音レベルより、国道 4 号線や東北自動車道路などの主要幹線道路では、騒音レベルが著しく高い。

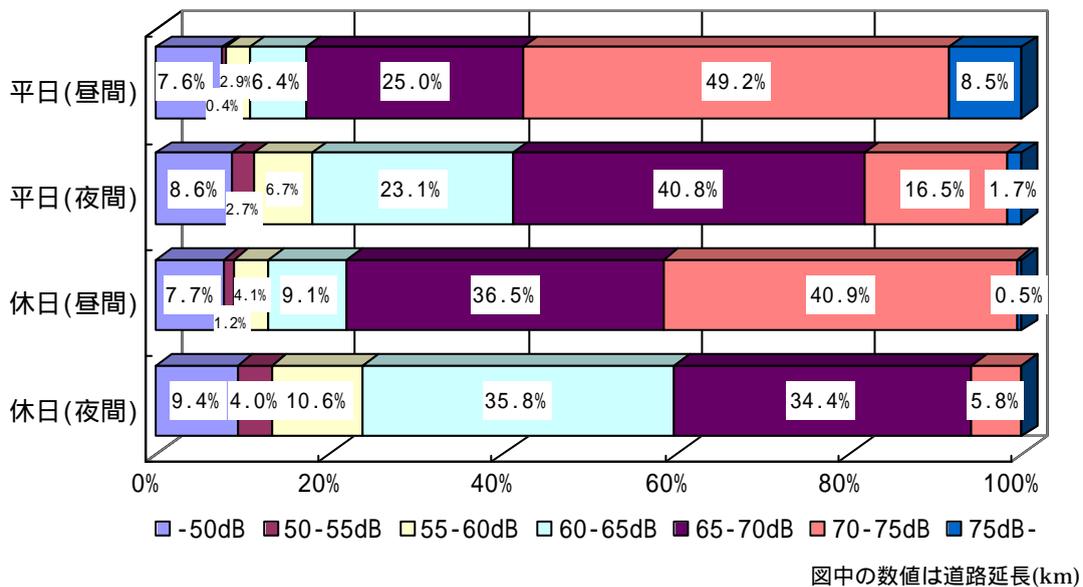


図 3-15 平日・休日別、昼夜別・騒音ランク別道路延長（現況）

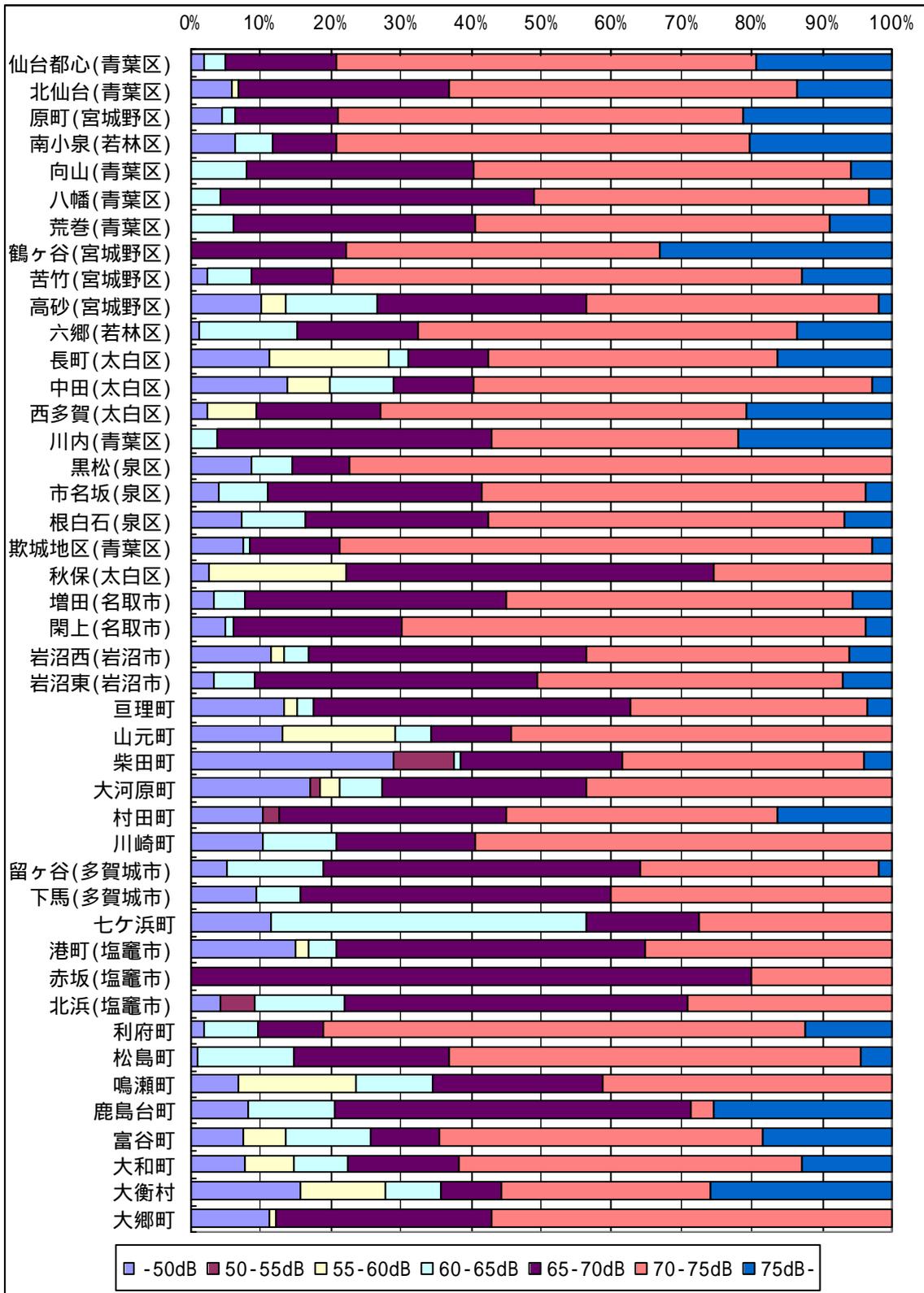


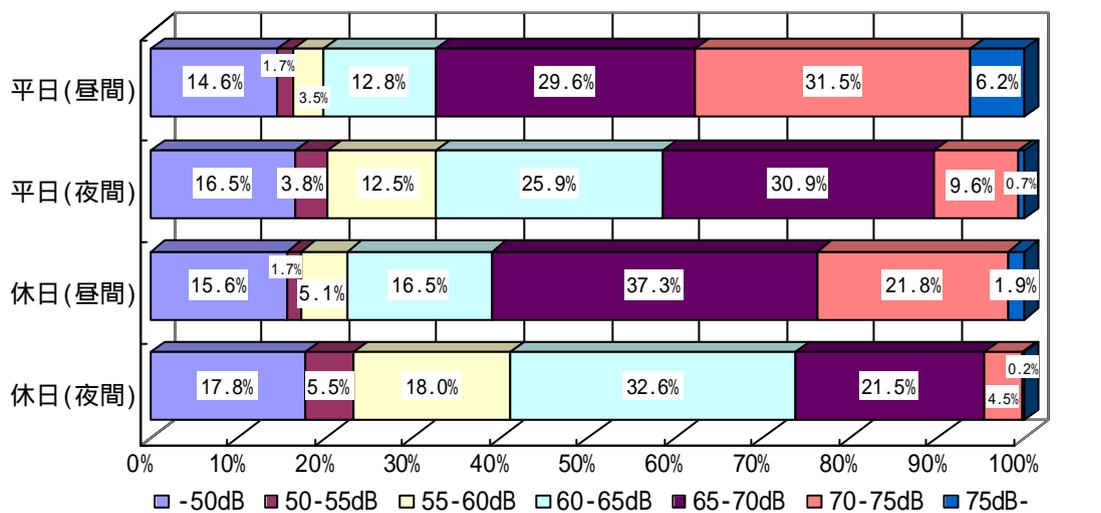
図 3-16 大ゾーン別騒音ランク別道路延長 (現況：平日、昼)

(2) Case (趨勢型) における推計結果

都市圏全体での騒音ランク別道路延長は、平日の昼間において、70dB を超過する区間が 37.7% と、現況と比較して騒音の厳しい路線は 20.1% 少なく、沿道環境が改善している。また、夜間についても、65dB を超過する区間が 41.3% と、現況と比較して 17.7% の改善である。休日も平日と同様に改善されているが、平日に比べ緩やかな改善である

大ゾーン別での騒音ランク別道路延長から騒音の厳しい箇所の変動を捉えると、4号バイパス沿道の仙台市宮城野区や若林区、国道が交差する青葉区において依然として厳しい状況にあるが、70dB を超える道路延長は現況と比較して 20 ~ 30% 改善している箇所もあり、都市圏全体より低減している。逆に、都市圏南部の亘里町、山元町、柴田町、大河原町、村田町や都市圏北部の鹿島台町で低減傾向が弱く、10% 未満の改善に留まっている。更に、秋保(太白区)、大衡村では 70dB を超過する道路延長が増加する傾向を示している。

また、リンク別の騒音レベルより、国道 4 号線では改善が見られるものの、他の路線と比較して騒音レベルが高い傾向に変化はない。



図中の数値は道路延長 (km)

図 3-17 平日・休日別、昼夜別・騒音ランク別道路延長 (Case (趨勢型))

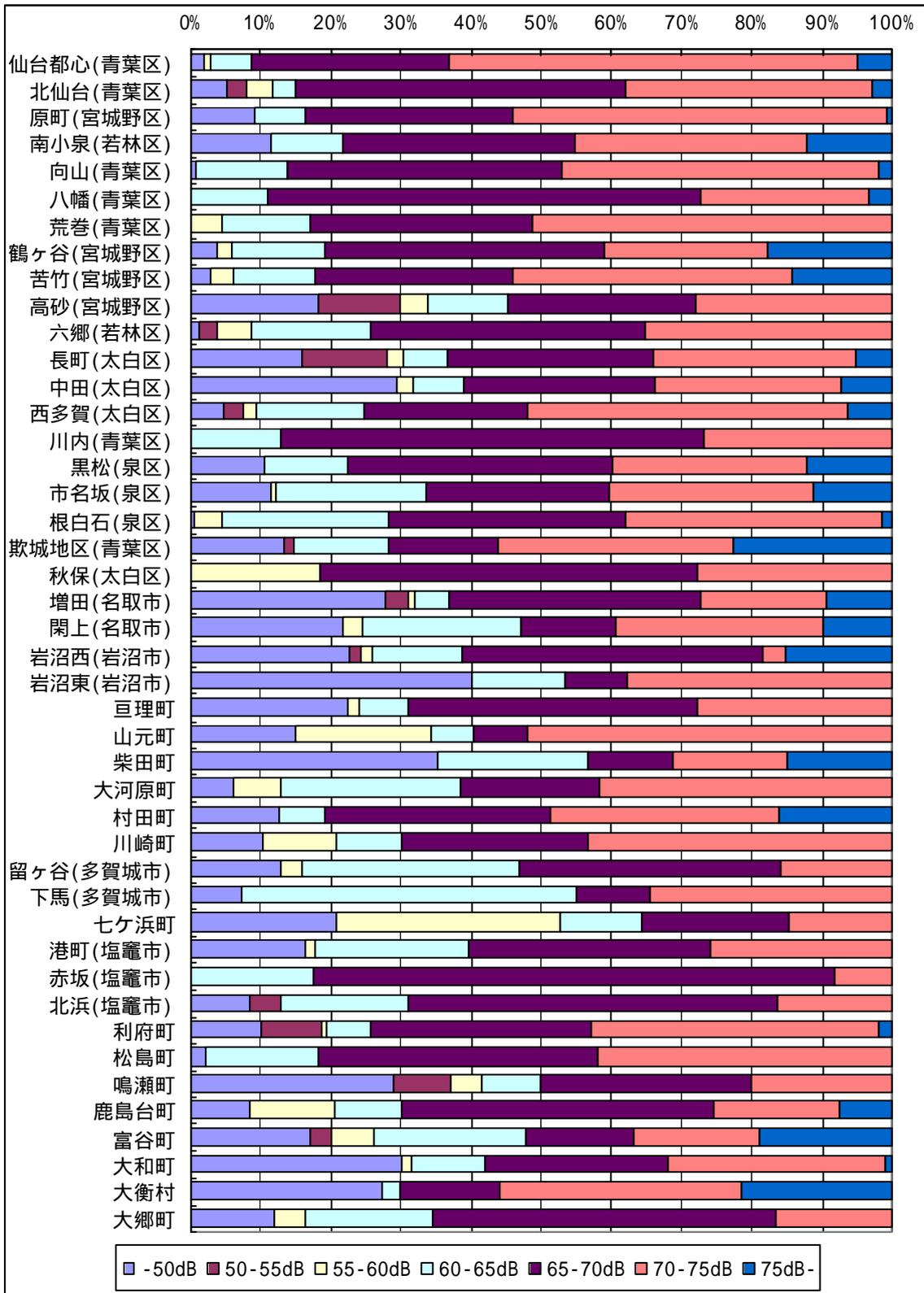


図 3-18 大ゾーン別騒音ランク別道路延長 (Case (趨勢型) : 平日、昼)

(3) 各ケースの比較

都市圏での比較

都市圏全体での比較は、70dB 超過した道路延長(夜間については 65dB)の構成比を指標に行った。

- ・ Case (趨勢型)は現況と比較して、超過道路延長構成比が 20%前後改善している。
- ・ Case (都心居住型)を Case と比較するとほとんど変化がないが、わずかながら改善している。
- ・ Case (副都心型)を Case と比較すると、各時間帯とも超過した道路延長が増加しており、騒音環境はわずかであるが悪化している。

- ・ 公共交通の利便性を向上させたケース (Case -1、 -1、 -1)では、各ケースとも Case より改善している。特に、都心居住型のケース(Case -1)において改善傾向が強い。
- ・ 駐車場施策を導入したケース(Case -2)では、Case -1 と比較して超過道路延長割合が低下し、騒音環境が改善されているが、公共交通施策ほどの改善効果は得られなかった。
- ・ 環状道路を整備したケース(Case -2)では、Case -1 と比較して、各時間帯とも超過道路延長割合が低下し、騒音環境は改善されたが、公共交通施策ほどの改善効果は得られなかった。

表 3-30 昼間 70dB、夜間 65dB を超過した道路延長割合（都市圏）

平休(時間帯)	現況	Case	Case -1	Case	Case -1	Case -2	Case	Case -1	Case -2
平日(昼間)	57.8%	37.7%	35.7%	37.5%	35.8%	35.5%	38.7%	36.6%	36.5%
平日(夜間)	59.0%	41.3%	39.9%	41.3%	39.5%	39.2%	42.5%	41.2%	40.0%
休日(昼間)	41.4%	23.6%	21.5%	23.2%	21.3%	21.1%	24.5%	22.9%	21.9%
休日(夜間)	40.2%	26.2%	25.1%	26.0%	25.1%	24.8%	26.8%	25.7%	25.0%

表 3-31 昼間 70dB、夜間 65dB を超過した道路延長割合、Case との比較
(各ケース- Case (%))

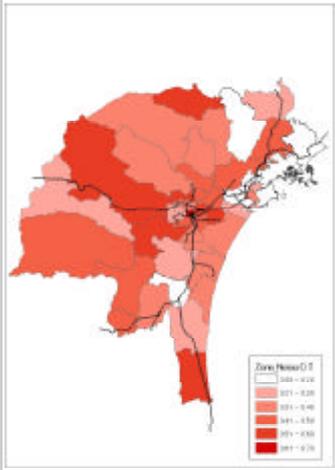
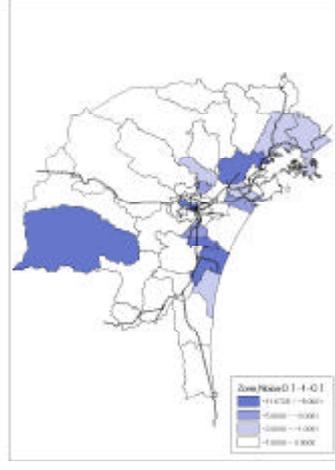
平休(時間帯)	Case -1	Case	Case -1	Case -2	Case	Case -1	Case -2
平日(昼間)	-1.9	-0.2	-1.9	-2.1	1.0	-1.1	-1.2
平日(夜間)	-1.4	0.0	-1.8	-2.1	1.2	-0.1	-1.3
休日(昼間)	-2.2	-0.5	-2.4	-2.5	0.9	-0.8	-1.7
休日(夜間)	-1.1	-0.1	-1.0	-1.3	0.6	-0.5	-1.1

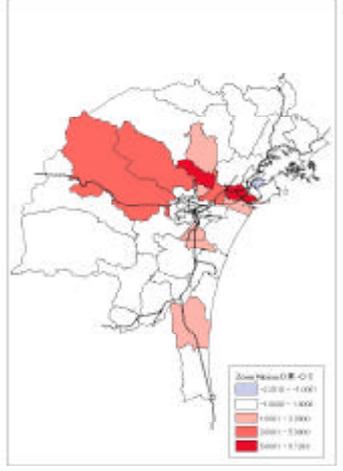
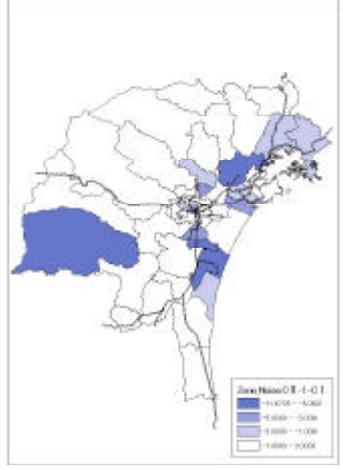
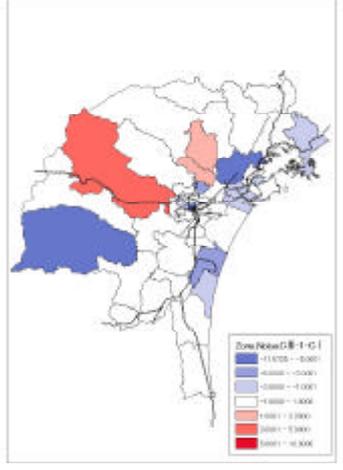
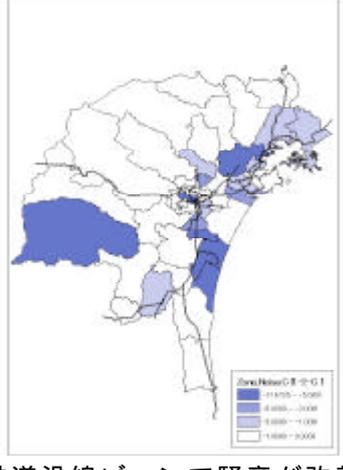
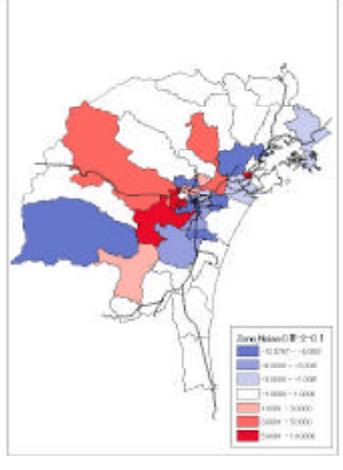
(4) ゾーン別の比較対 Case : ゾーン別の昼間 70dB 以上の道路延長割合 (%)

右図は、Case に対する「昼間 70dB 以上の道路延長割合」の増減を表したものである。

都市構造を都心居住型にした場合、ほとんど変化は見られないが、公共交通施策や TDM 施策を行うことで仙台都心部や鉄道沿線ゾーンで改善する。

都市構造を副都心型にした場合、副都心周辺のゾーンで騒音は悪化する。公共交通施策を行うことで鉄道沿線ゾーンに改善傾向が見られるが、環状道路の整備は環状道路周辺ゾーンに騒音の悪化をもたらす。

都市構造 / 施策	趨勢型
なし	<p style="text-align: center;">Case</p>  <p style="text-align: center;">本ケースを基準に他ケースを比較する。</p>
公共交通施策	<p style="text-align: center;">(Case -1) (Case)</p>  <p style="text-align: center;">中心部と鉄道沿線ゾーンで騒音が改善</p>
TDM、道路施策	

都心居住型	副都心型
<p style="text-align: center;">Case - Case</p>  <p>ほとんど変化ないが、郊外の一部ゾーンで改善</p>	<p style="text-align: center;">Case - Case</p>  <p>副都心周辺で騒音が悪化</p>
<p style="text-align: center;">(Case -1) - (Case)</p>  <p>中心部と鉄道沿線ゾーンで騒音が改善</p>	<p style="text-align: center;">(Case -1) - (Case)</p>  <p>副都心の一部で騒音悪化。都心部で改善。</p>
<p style="text-align: center;">(Case -2) - (Case)</p>  <p>中心部と鉄道沿線ゾーンで騒音が改善がより顕著</p>	<p style="text-align: center;">(Case -2) - (Case)</p>  <p>上記の傾向に加え、環状道路周辺ゾーンで悪化</p>

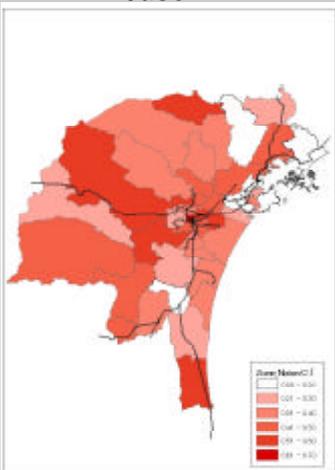
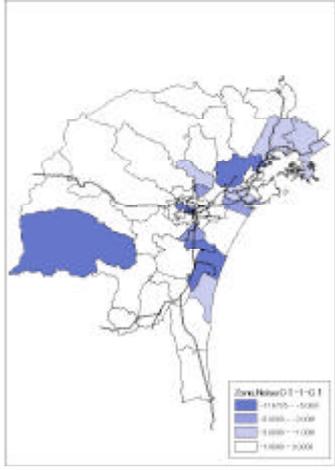
(5) ゾーン別の比較対各 Case (Case 、 Case 、 Case) : ゾーン別の昼間 70dB 以上の道路延長割合 (%)

右図は、施策なしのケース (Case 、 Case 、 Case) に対して、同じ都市構造下の交通施策導入による「昼間 70dB 以上の道路延長割合」の増減を表したものである。

どの都市構造においても公共交通施策を行うことで、仙台都心部や鉄道沿線ゾーンで改善が見られる。また、副都心型が、改善区域の広がりが最も大きい。

Case -2 で TDM 施策を追加する場合、Case -1(公共交通施策のみ導入)よりも効果は更に大きくなる。

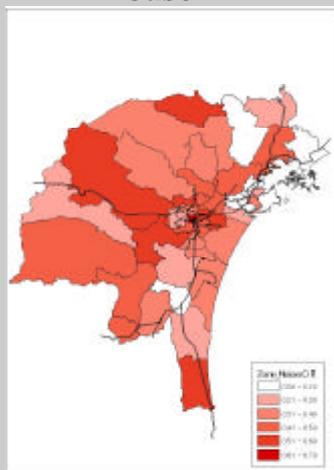
Case -2 で環状道路を整備する場合、環状道路周辺および副都心郊外のゾーンで騒音が悪化する。

都市構造 / 施策	趨勢型
なし	<p style="text-align: center;">Case</p>  <p style="text-align: right;">本ケースを基準に Case の交通施策を比較する</p>
公共交通施策	<p style="text-align: center;">(Case -1) (Case)</p>  <p style="text-align: right;">中心部と鉄道沿線ゾーンで騒音が改善</p>
TDM、道路施策	

都心居住型

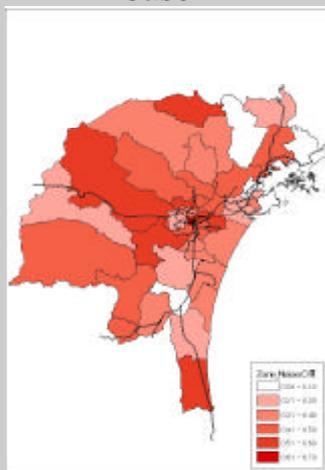
副都心型

Case



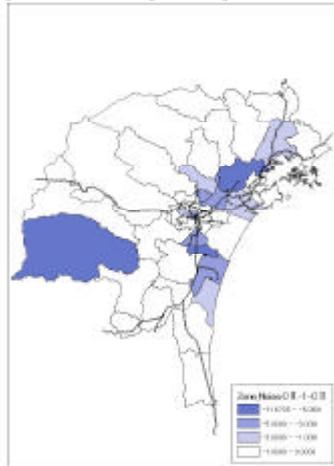
本ケースを基準に Case の交通施策を比較する

Case



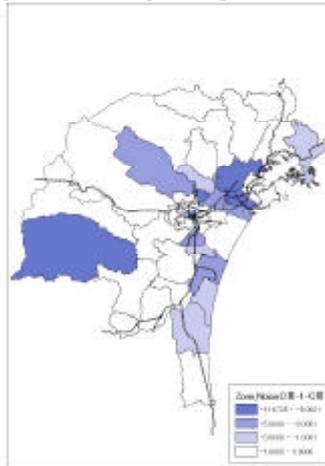
本ケースを基準に Case の交通施策を比較する

(Case -1) - (Case)



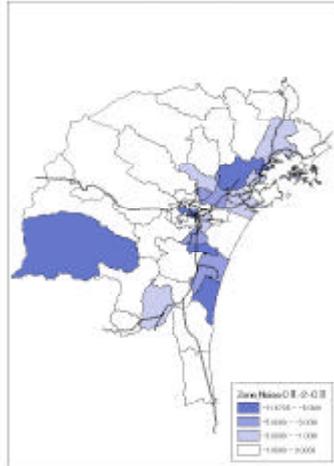
中心部と鉄道沿線ゾーンで騒音が改善

(Case -1) - (Case)



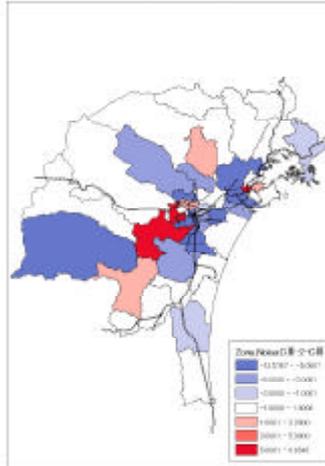
中心部と鉄道沿線ゾーン、一部の副都心周辺で騒音が改善

(Case -2) - (Case)



中心部と鉄道沿線ゾーンで騒音がさらに改善

(Case -2) - (Case)



環状道路周辺および副都心郊外のゾーンで騒音が悪化

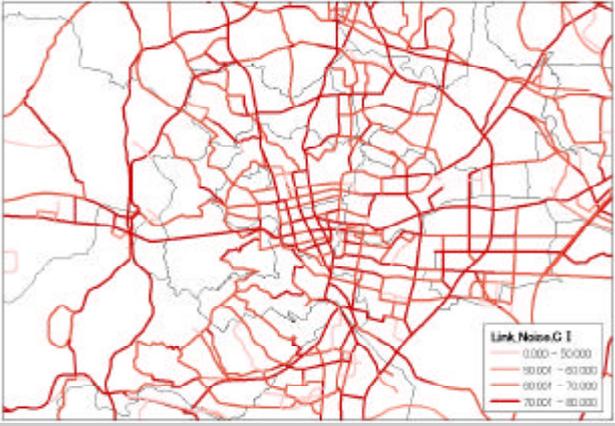
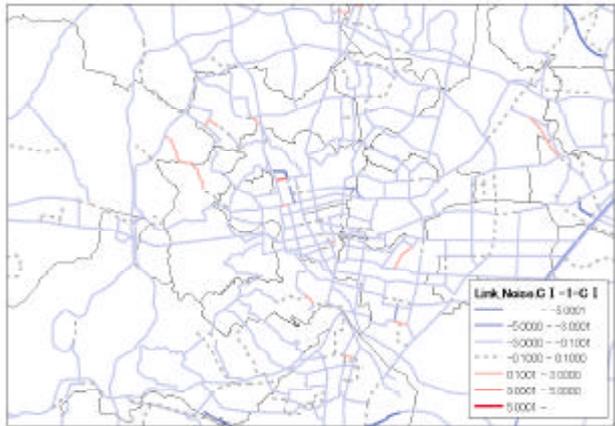
(6) リンク別の比較対 Case : リンク別騒音レベルの比較(dB)

右図は、Case に対する騒音レベルの増減を都心部のリンクについて表したものである。

都市構造を都市居住型にする場合、騒音レベルにほとんど変化は見られないが、公共交通施策などの交通施策を行うことで、各リンクとも騒音レベルは改善する。

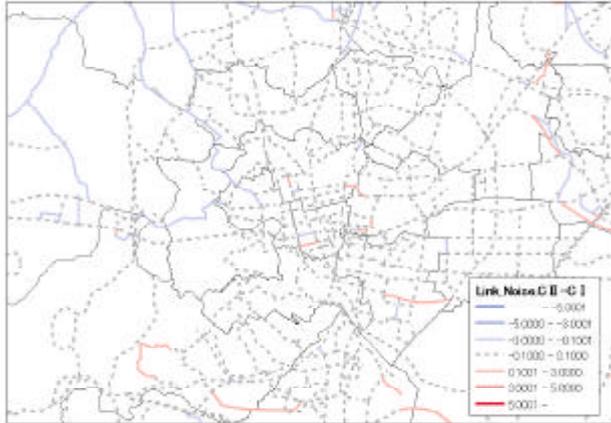
都市構造を副都心型にする場合、都心部の多くの道路で騒音レベルが増加する。公共交通施策を行うことで各リンクとも騒音レベルが改善し、環状道路を整備することで環状道路および周辺のリンクで騒音レベルが悪化する。

注) Case -2 の環状道路は、新規整備の路線は比較することができないため、現道拡幅の路線のみ比較表示を行っている。

都市構造 / 施策	趨勢型
なし	<p style="text-align: center;">Case</p>  <p style="text-align: center;">本ケースを基準に他ケースを比較する。</p>
公共交通施策	<p style="text-align: center;">(Case -1) (Case)</p>  <p style="text-align: center;">多くの道路で騒音が改善</p>
TDM、道路施策	

都心居住型

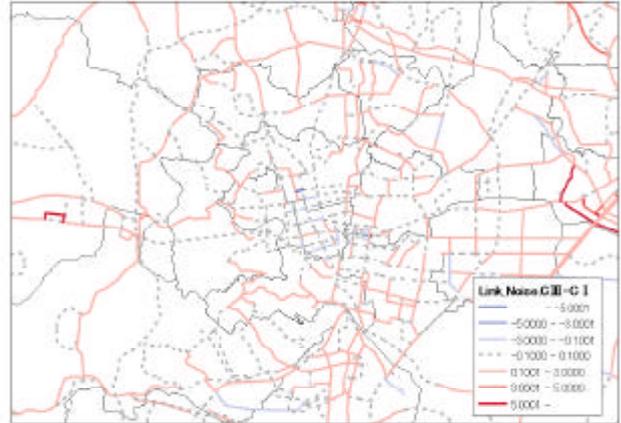
Case - Case



ほとんど変化がない。

副都心型

Case - Case



中心部の大半の道路でわずかながら騒音が悪化

(Case -1) - (Case)



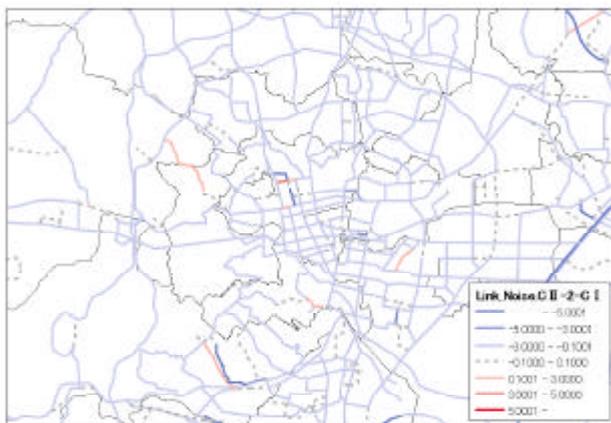
多くの道路で騒音が改善

(Case -1) - (Case)



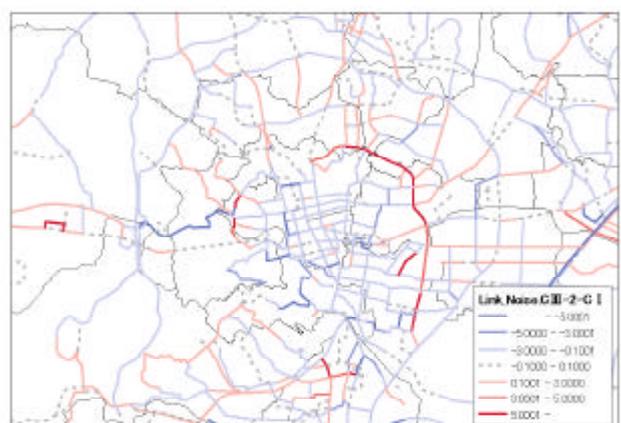
多くの道路で騒音が改善

(Case -2) - (Case)



多くの道路で騒音が改善

(Case -2) - (Case)



環状道路と環状道路につながる道路で騒音が悪化

(7) リンク別の比較対各 Case (Case、Case、Case) : リンク別騒音レベルの比較 (dB)

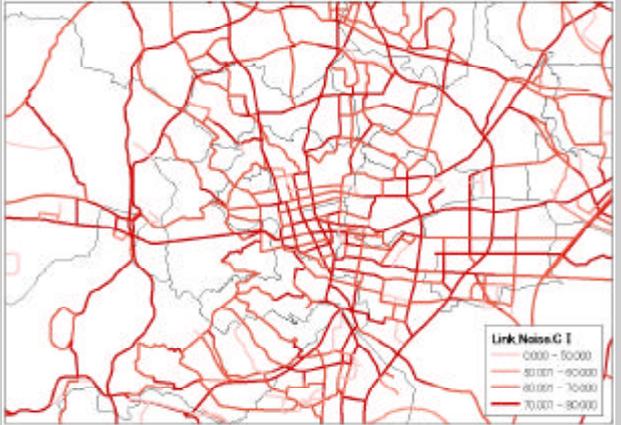
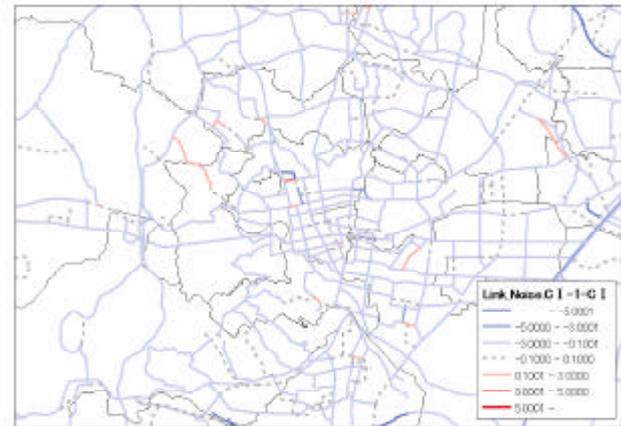
右図は、施策なしのケース (Case、Case、Case) に対して、同じ都市構造下の交通施策導入による騒音レベルの増減を都心部のリンクについて表したものである。

どの都市構造においても、公共交通施策を行うことで、都心部のリンクにおける騒音レベルは改善する。

Case -2 で TDM 施策を追加しても、Case -1 (公共交通施策のみ導入) と効果はあまり変わらない。

Case -2 で環状道路を整備する場合、環状道路および環状道路がつながる道路で騒音が悪化する。

注) Case -2 の環状道路は、新規整備の路線は比較することができないため、現道拡幅の路線のみ比較表示を行っている。

都市構造 / 施策	趨勢型
なし	<p style="text-align: center;">Case</p>  <p style="text-align: center;">本ケースを基準に Case の交通施策を比較する</p>
公共交通施策	<p style="text-align: center;">(Case -1) (Case)</p>  <p style="text-align: center;">多くの道路で騒音が改善</p>
TDM、道路施策	

都心居住型

副都心型

Case

Case

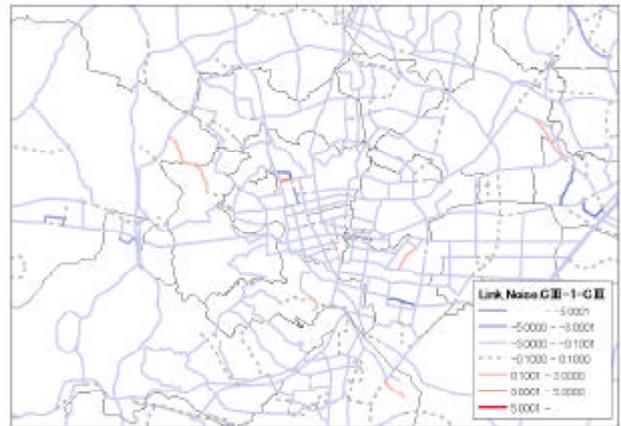
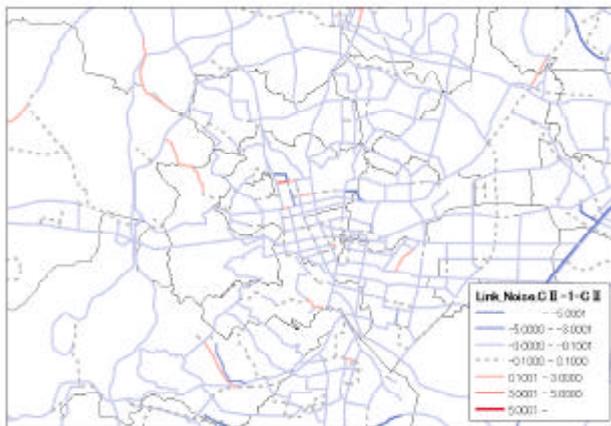


本ケースを基準に Case の交通施策を比較する

本ケースを基準に Case の交通施策を比較する

(Case -1) - (Case)

(Case -1) - (Case)

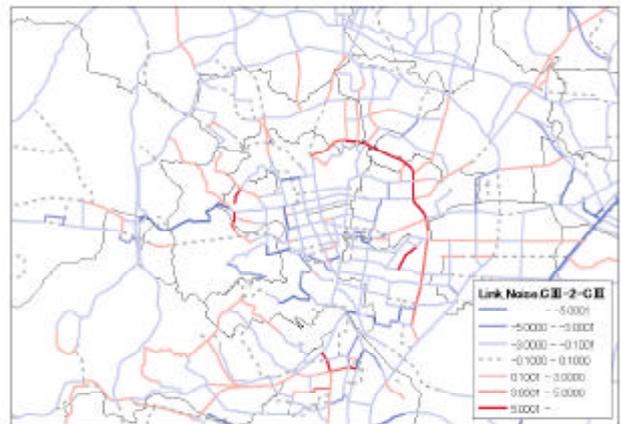
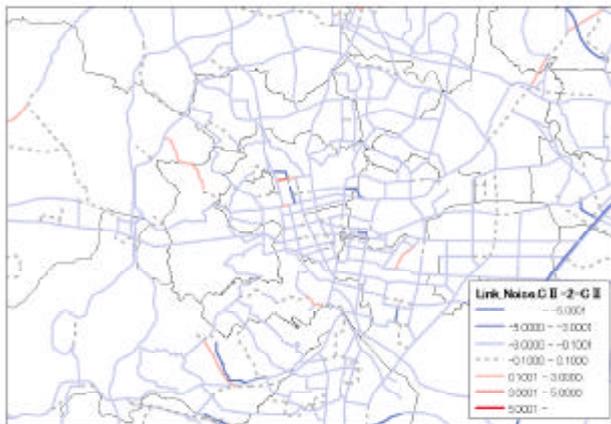


多くの道路で騒音が改善

多くの道路で騒音が改善

(Case -2) - (Case)

(Case -2) - (Case)



Case -1 に同じ

環状道路と環状道路につながる道路で騒音が悪化

3 - 3 - 2 . 大気環境濃度 (NO_x、NO₂) のシミュレーション結果

3 - 2 - 2 で提示した濃度予測モデルを用いて、平成 8 年度における都市圏の NO₂ 濃度分布状況を推計した。推計作業では、都市圏内を、約 250m メッシュ (3 次メッシュを東西、南北方向に各 4 分割したメッシュ) に区切り、各メッシュの中心における NO_x、NO₂ 年平均濃度を計算した。メッシュ辺長は東西方向 274m、南北方向 231m である。濃度計算における条件は次のとおりである。

(1) 設定条件

計算点の設定

250m メッシュ中心とする。ただし、メッシュ中心が道路敷内にある場合は、道路端まで計算点を移動した。計算点総数は 35,403 地点である。

濃度計算高さは人の生活レベルである地上 1.5m とした。(この設定は、測定局ごとの濃度計算で用いた「サンプリング口の高さ」と異なり、近傍の地上煙源の影響を受けて高濃度に推計される傾向があることに留意が必要である)

NO_x バックグラウンド濃度

一般測定局における計算から得られた実測値と予測値の乖離の平均値 4.22ppb を NO_x バックグラウンド濃度として加えた。

NO₂ 濃度予測方法

測定局における計算と同様に、NO_x 年平均濃度から統計モデルを用いて NO₂ 年平均濃度を推定した。

評価基準

県の環境目標である NO₂ 日平均濃度の 98% 値 40ppb に相当する NO₂ 年平均濃度 23ppb を環境目標基準値とした。また、NO₂ 環境基準上限である NO₂ 日平均濃度の 98% 値 60ppb に相当する NO₂ 年平均濃度 38ppb を環境基準の評価基準とした。

表 3-32 評価基準

評価基準	基準値	年平均換算値
県環境目標値	日平均濃度の 98% 値 40ppb	23ppb
環境基準上限値	" 60ppb	38ppb

(年平均濃度換算値は、測定局濃度の回帰分析結果による)

(2) 現況推計

NOx 及び NO₂ 年平均濃度分布を次頁の図に、市区町村別の年平均濃度及び環境目標超過メッシュ数を以下の表に示す。

濃度分布は、仙台市の都心部をピークとする面的な分布を基調として、幹線道路（国道 4 号バイパス、東北自動車道）沿道メッシュの線的な分布が重畳している。沿道メッシュの状況を微細にみると濃度ランクに差があるが、これは、計算点と道路の位置関係がメッシュにより異なるためである。

環境目標を超過するメッシュは都市圏内で 267 メッシュ（都市圏内全メッシュの 0.8%）であるが、このうち仙台市が 233 メッシュ（全超過メッシュの 87.3%）を占めている。一般局における平成 8 年度測定結果では環境目標を超過する測定局はなかったが、本シミュレーションでは、道路に近い地点を含み、測定局に比べて地上に近い評価であることから、高濃度地点が検出されたものと考えられる。なお、環境基準の上限値を超過するメッシュは推計されていない。

表 3-33 現況推計結果

市区町村	メッシュ数	市区町村別平均濃度(ppb)							評価	
		NOx						NO2	環境目標達成	環境目標超過
		自動車	工場	事業所	民生	固定発生源計	合計	合計		
仙台市青葉区	4830	4.6	0.6	0.1	1.5	2.3	11.5	7.1	4749	81
仙台市宮城野区	959	14.5	1.9	0.2	4.7	6.9	26.1	14.6	908	51
仙台市若林区	818	15.6	1.6	0.3	5.5	7.4	27.7	15.2	763	55
仙台市太白区	3637	5.0	0.5	0.1	1.3	1.9	11.5	7.2	3609	28
仙台市泉区	2314	6.4	0.8	0.1	1.8	2.7	13.8	8.5	2296	18
塩竈市	347	6.4	1.2	0.3	2.7	4.2	15.3	9.5	347	-
名取市	1551	8.8	1.0	0.2	2.0	3.1	16.5	10.1	1544	7
多賀城市	304	10.1	2.3	0.2	3.9	6.4	21.1	12.5	303	1
岩沼市	991	5.8	1.3	0.1	1.5	2.9	13.4	8.5	991	-
大河原町	429	3.0	1.5	0.0	1.0	2.5	10.1	6.7	429	-
村田町	1273	5.1	0.7	0.0	0.7	1.4	11.1	7.1	1266	7
柴田町	874	3.5	0.8	0.1	1.2	2.0	10.2	6.7	874	-
川崎町	4328	2.0	0.3	0.0	0.3	0.6	7.2	5.0	4328	-
亘理町	1180	3.8	1.1	0.0	1.1	2.3	10.7	7.0	1180	-
山元町	1115	2.2	0.6	0.0	0.7	1.4	8.2	5.6	1115	-
松島町	872	4.0	0.6	0.6	0.7	1.9	10.6	6.9	872	-
七ヶ浜町	269	5.1	1.7	0.1	2.4	4.2	13.9	8.8	269	-
利府町	707	7.0	1.2	0.1	1.4	2.8	14.5	9.0	703	4
大和町	3622	2.7	0.6	0.1	0.5	1.2	8.6	5.8	3619	3
大郷町	1309	2.7	0.8	0.1	0.5	1.5	8.8	5.9	1309	-
富谷町	788	7.8	0.8	0.1	1.2	2.2	14.6	9.0	780	8
大衡村	1000	3.2	0.8	0.1	0.4	1.2	9.1	6.0	996	4
鹿島台町	924	1.6	0.5	0.1	0.4	1.0	7.2	5.0	924	-
鳴瀬町	962	2.6	0.4	0.2	0.6	1.2	8.4	5.7	962	-
都市圏計	35403	4.8	0.8	0.1	1.3	2.1	11.6	7.3	35136	267

(3) Case (趨勢型)における推計結果

NOx 及び NO₂ 年平均濃度分布を次頁の図に、市区町村別の年平均濃度及び環境目標超過メッシュ数を以下の表に示す。

濃度分布は現況推計と同様に仙台市の都心部をピークとする面的な分布と、幹線道路(国道4号バイパス、東北自動車道)沿道メッシュの線的な分布が重畳している。しかしながら、排出濃度の高い区域は大幅に狭まり、幹線道路沿道も改善されている。

環境目標を超過するメッシュは都市圏内に27メッシュとなり大幅な改善が見られるが、この主な要因は自動車単体規制による自動車からの NOx 排出量の低減である。地域的な分布をみると、環境目標超過メッシュが全て仙台市において推計され、特に青葉区が24メッシュ(88.9%)を占めるなど、郊外と比較して都心部の大気環境は悪い状況にある。

表 3-34 Case (将来趨勢) 推計結果

市区町村	メッシュ数	市区町村別平均濃度(ppb)						評価		
		NOx						NO2	環境目標達成	環境目標超過
		自動車	工場	事業所	民生	固定発生源計	合計	合計		
仙台市青葉区	4830	1.3	0.6	0.1	1.7	2.5	8.4	5.6	4806	24
仙台市宮城野区	959	4.4	1.9	0.2	5.3	7.5	16.5	10.1	958	1
仙台市若林区	818	4.8	1.6	0.3	6.1	8.0	17.4	10.5	816	2
仙台市太白区	3637	1.5	0.5	0.1	1.4	2.0	8.2	5.5	3637	-
仙台市泉区	2314	1.9	0.8	0.1	2.0	3.0	9.5	6.3	2314	-
塩竈市	347	1.9	1.2	0.3	2.9	4.4	10.9	7.1	347	-
名取市	1551	2.7	1.0	0.2	2.2	3.3	10.7	7.0	1551	-
多賀城市	304	2.9	2.3	0.2	4.1	6.6	14.1	8.9	304	-
岩沼市	991	1.8	1.3	0.1	1.6	3.0	9.5	6.3	991	-
大河原町	429	1.1	1.5	0.0	1.0	2.5	8.2	5.6	429	-
村田町	1273	1.6	0.7	0.0	0.7	1.4	7.7	5.3	1273	-
柴田町	874	1.2	0.8	0.1	1.2	2.1	7.9	5.4	874	-
川崎町	4328	0.6	0.3	0.0	0.3	0.6	5.9	4.2	4328	-
亘理町	1180	1.3	1.1	0.0	1.1	2.3	8.2	5.6	1180	-
山元町	1115	0.7	0.6	0.0	0.7	1.4	6.7	4.7	1115	-
松島町	872	1.2	0.6	0.6	0.7	1.9	7.8	5.4	872	-
七ヶ浜町	269	1.5	1.7	0.1	2.5	4.3	10.5	6.9	269	-
利府町	707	2.1	1.2	0.1	1.6	2.9	9.7	6.4	707	-
大和町	3622	0.9	0.6	0.1	0.5	1.2	6.7	4.7	3622	-
大郷町	1309	0.8	0.8	0.1	0.5	1.5	6.9	4.8	1309	-
富谷町	788	2.5	0.8	0.1	1.4	2.4	9.5	6.3	788	-
大衡村	1000	1.1	0.8	0.1	0.4	1.3	7.1	4.9	1000	-
鹿島台町	924	0.5	0.5	0.1	0.4	1.0	6.1	4.3	924	-
鳴瀬町	962	0.8	0.4	0.2	0.6	1.2	6.6	4.7	962	-
都市圏計	35403	1.5	0.8	0.1	1.4	2.2	8.4	5.6	35376	27

(4) 各ケースの比較

都市圏での比較

都市圏での比較では、環境目標(NO₂年平均濃度 23ppb)を超過しているメッシュ数と当該メッシュの昼間人口(曝露人口)により評価を行った。各ケースの昼間人口は、現況の1kmメッシュ昼間人口に、当該メッシュが含まれる中ゾーンの昼間人口伸び率を乗じ、これを1/16して求めた(濃度の予測点が250mメッシュの中心点のため)。

- ・Case (趨勢型)は現況と比較して、環境目標超過メッシュ数で240、曝露人口で15.8万人弱減少し、大気環境は改善している。
- ・Case (都心居住型)をCase と比較すると、Case では超過メッシュ、曝露人口とも増加し、大気環境は悪化している(4メッシュと3.2万人の増加)。
- ・Case (副都心型)をCase と比較すると、Case では超過メッシュ、曝露人口とも大幅な改善が見られる(20メッシュと13万人の減少)。
- ・公共交通の利便性を向上させたケース(Case -1、 -1、 -1)では、都心部の超過メッシュは1~2メッシュ、曝露人口は300人-1万人の間で減少し、わずかであるが改善している。
- ・駐車場施策を導入したケース(Case -2)では、Case -1と比較して超過メッシュ数、曝露人口とも大きな変動はない。
- ・環状道路を整備したケース(Case -2)では、Case と比較して、超過メッシュが3、曝露人口が1.3万人減っている。

表 3-35 各ケースの環境目標超過メッシュ数、曝露人口

	H9現況	H32							
	Case0	Case	Case -1	Case	Case -1	Case -2	Case	Case -1	Case -2
環境目標超過メッシュ数									
都市圏計	267	27	25	31	30	30	7	6	4
青葉区	81	24	22	28	27	27	6	6	3
宮城野区	51	1	1	1	1	1	1	-	1
若林区	55	2	2	2	2	2	-	-	-
曝露人口	314,162	156,283	155,889	188,555	177,387	177,359	25,661	24,337	12,401

	H9現況	H32							
	Case0	Case	Case -1	Case	Case -1	Case -2	Case	Case -1	Case -2
環境目標超過メッシュ(差)									
都市圏計		-240	-2	4	-1	-1	-20	-1	-3
青葉区		-57	-2	4	-1	-1	-18	0	-3
宮城野区		-50	0	0	0	0	0	-	0
若林区		-53	0	0	0	0	-	-	-
曝露人口(差)		-157,878	-394	32,272	-11,168	-11,196	-130,622	-1,325	-13,260

CASEのみ現況との比較。CASE と はCASE との比較
枝番のついているCASEは、枝番のついていないCASEとの比較

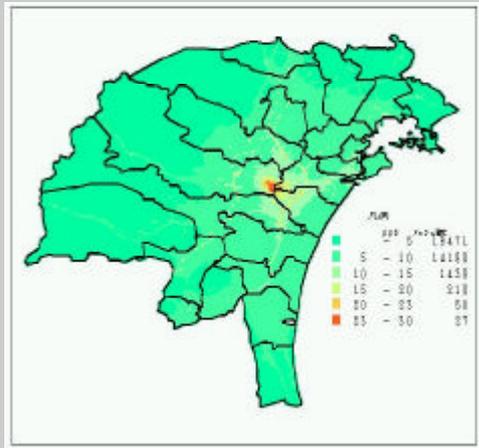
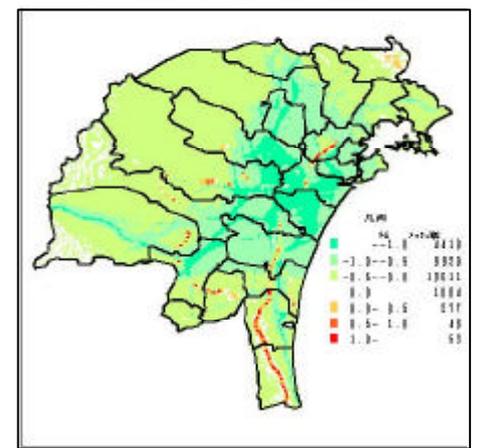
(5) メッシュ別の比較対 Case :メッシュ別の NO₂ 濃度比(ppb)

右図は、Case に対する NO₂ 濃度の増減率を表したものである。

$$\text{増減率(\%)} = (\text{各 Case} - \text{Case}) \div \text{Case} \times 100$$

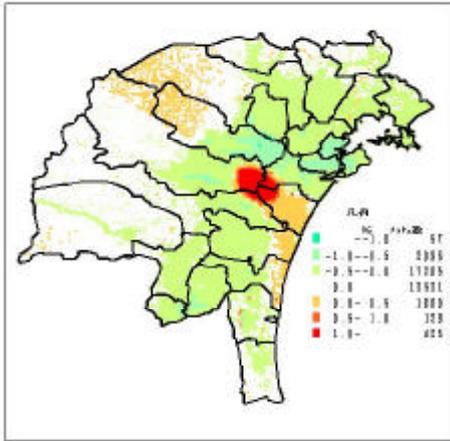
都市構造を都市居住型にする場合、仙台都心部で NO₂ 濃度が上昇し、郊外部で低下する。公共交通施策を行うことで、都市圏全体で NO₂ 濃度が低下する。

都市構造を副都心型にする場合、仙台都心部で NO₂ 濃度が低下し、副都心とその郊外で上昇する。公共交通施策を行うことで都市圏全体の NO₂ 濃度が改善する傾向にあり、環状道路の整備により、副都心および環状道路周辺で悪化が見られる。

都市構造 / 施策	趨勢型
なし	<p style="text-align: center;">Case</p>  <p style="text-align: center;">本ケースを基準に他ケースを比較する</p>
公共交通施策	<p style="text-align: center;">(Case - 1) / (Case)</p>  <p style="text-align: center;">都市圏全体で濃度低下。都心部での濃度上昇も見当たらない。</p>
TDM、道路施策	

都心居住型

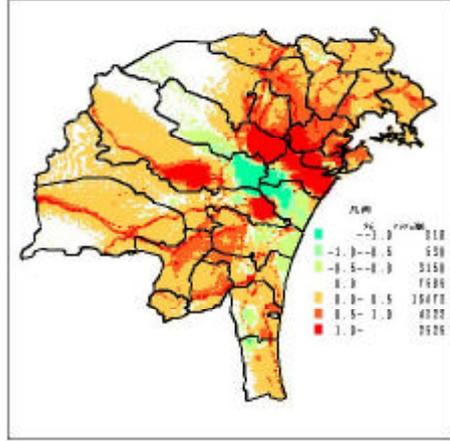
Case / Case



中心部で濃度上昇。郊外部で濃度低下

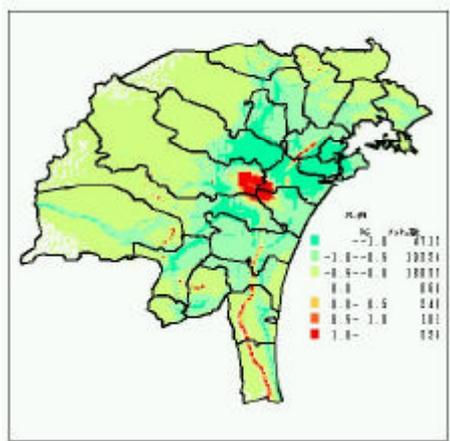
副都心型

Case / Case



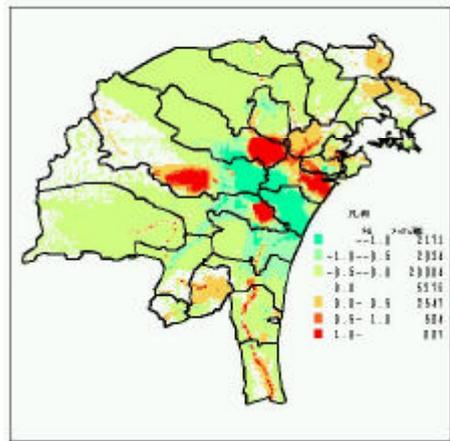
仙台都心部で濃度低下。副都心とその郊外で濃度上昇

(Case -1) / (Case)



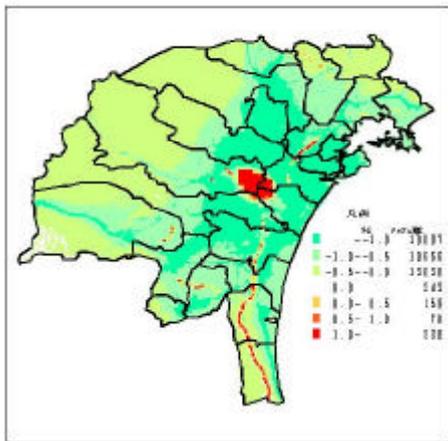
都市圏全体で濃度低下。都心部の濃度上昇も緩和される

(Case -1) / (Case)



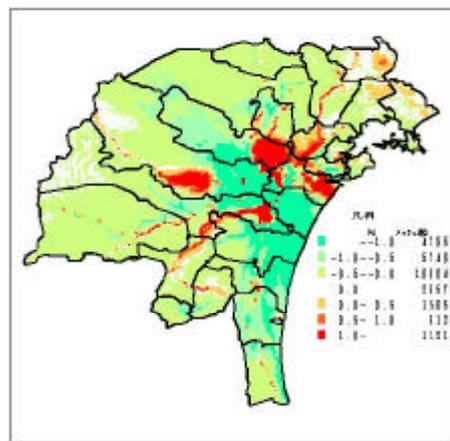
都心周辺で濃度低下地区拡大。副都心郊外の濃度が低下に転じる

(Case -2) / (Case)



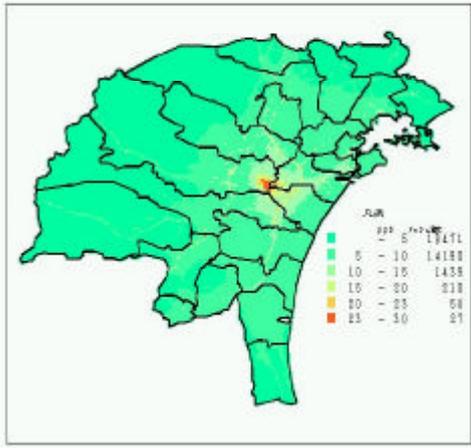
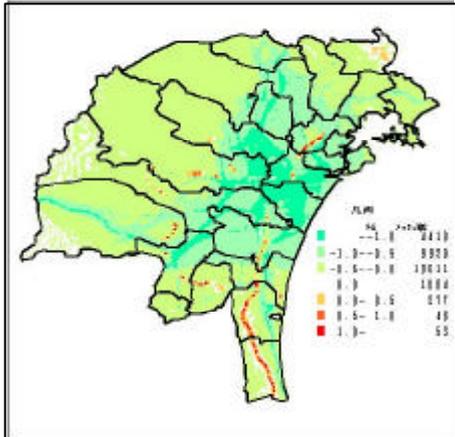
更に都市圏全体で濃度が低下し、都心部の濃度上昇も緩和される

(Case -2) / (Case)



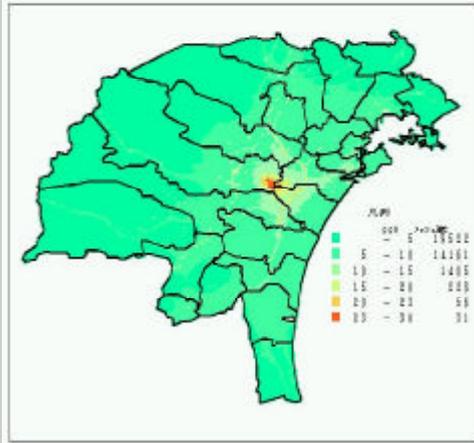
環状道路沿いの地区の濃度上昇。

(6)メッシュ別の比較対各Case(Case、Case、Case):メッシュ別のNO₂濃度比(ppb)

都市構造 / 施策	趨勢型
<p>右図は、施策なしのケース (Case、Case、Case) に対して、同じ都市構造下の交通施策導入によるNO₂濃度の増減率を表したものである。</p> <p>どの都市構造においても公共交通施策を行うことで、都心圏全体でNO₂濃度が低下。特に仙台市内の幹線道路沿道でその傾向が強い。</p> <p>Case -2でTDM施策を追加した場合、仙台市内の幹線道路沿道でCase -1(公共交通施策のみ導入)よりも更にNO₂濃度が低減する。</p> <p>Case -2で環状道路を整備する場合、環状道路の周辺でNO₂濃度が上昇する。</p>	<p style="text-align: center;">Case</p>  <p style="text-align: center;">本ケースを基準にCaseの各交通施策を比較</p>
<p>公共交通 施策</p>	<p style="text-align: center;">(Case -1) / (Case)</p>  <p style="text-align: center;">都市圏全体で濃度低下。特に都心部と仙台市内の幹線道路沿道でその傾向が強い</p>
<p>TDM、 道路施策</p>	

都心居住型

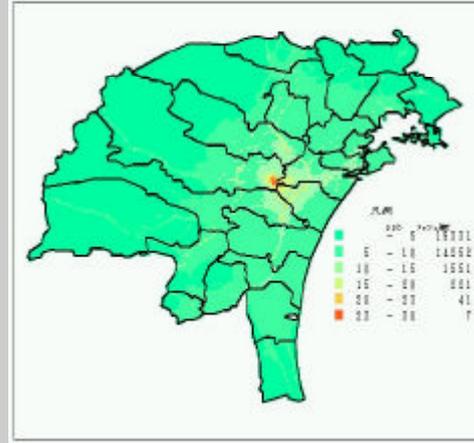
Case



本ケースを基準に Case 1 の各交通施策を比較

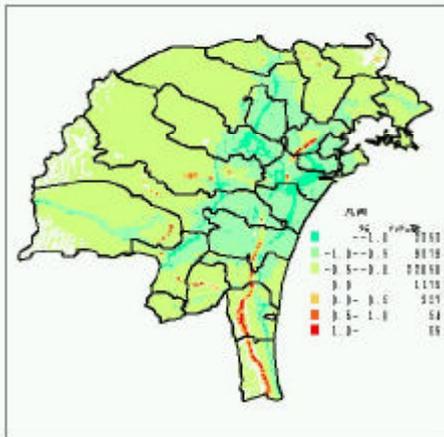
副都心型

Case



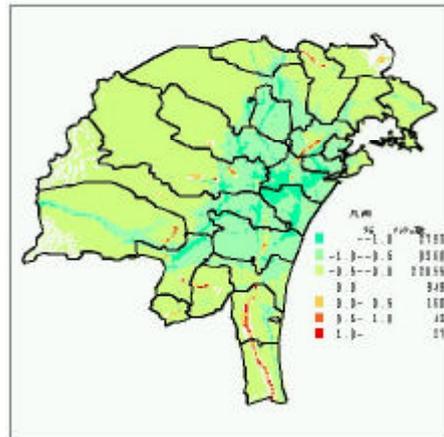
本ケースを基準に Case 1 の各交通施策を比較

(Case -1) / (Case 1)



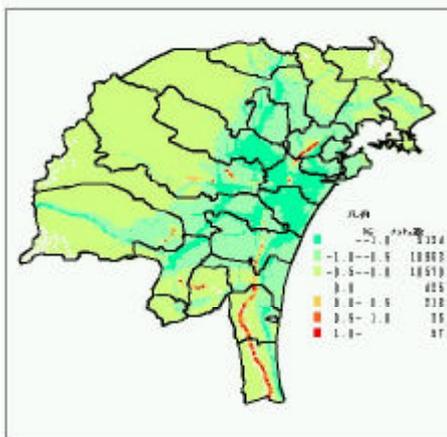
都市圏全体で濃度低下。特に仙台市内の幹線道路沿道でその傾向が強い

(Case -1) / (Case 1)



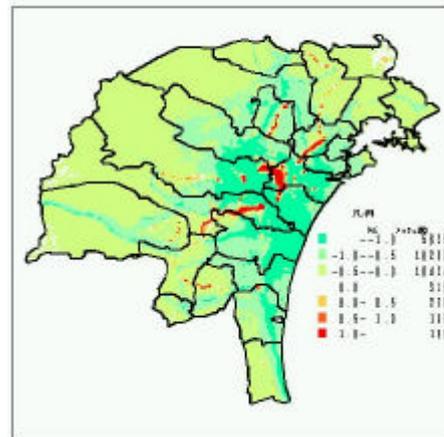
都市圏全体で濃度低下。特に仙台市内の幹線道路沿道でその傾向が強い

(Case -2) / (Case 1)



Case 1 よりさらに濃度低下。仙台市内で低下率が高い

(Case -2) / (Case 1)



都市圏全体および都心部で更に低下。環状道路沿いで濃度上昇

3 - 3 - 3 . CO₂ 排出量の推計結果

(1) 自動車

CO₂ 排出量は、趨勢型と比べ、都心居住型でやや減少し（0.5%減）副都心型で多くなる（2.7%増）

交通施策の導入により、CO₂ 排出量は減少する。

都市緑化による吸収量は、約 0.13 CO₂-t であり、都市圏排出量に対して 0.002%の削減効果にとどまる。

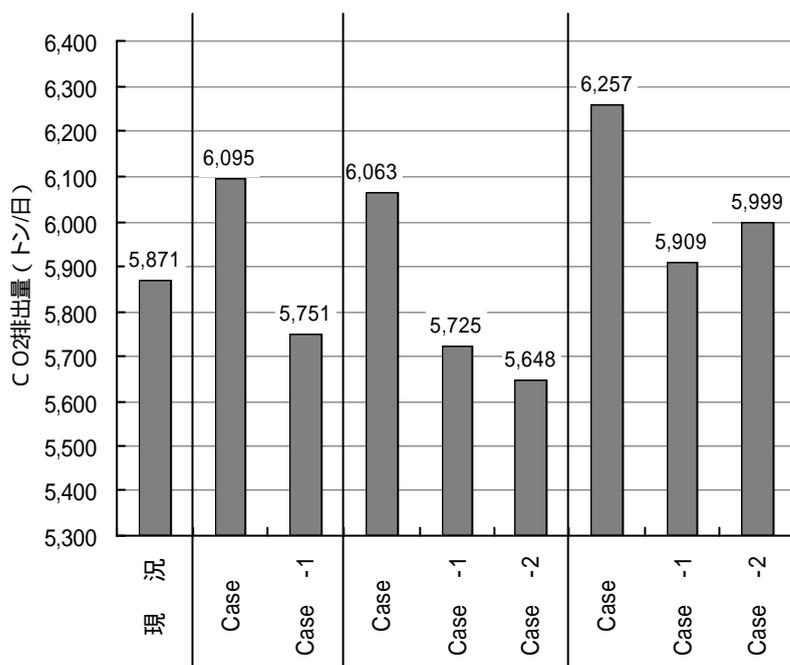


図 3-19 CO₂ 排出量（自動車、速度モデル）

(2) 民生（家庭、業務）

民生の CO₂ 排出量は、現況と比べ、将来趨勢、都心居住型で（7.3%）多くなる。

将来趨勢、都心居住型の CO₂ 排出量に違いはないが、副都心型は 2.4%減少しているが、これは都市構造の変化により従業構造も変化し、3次産業従業者数が減少するためである。

公共交通施策、TDM施策、道路整備による人口分布の変化は少ないため、Case -1 は Case 、Case -1 と Case -2 は Case 、Case -1 と Case -2 は Case と同じである。

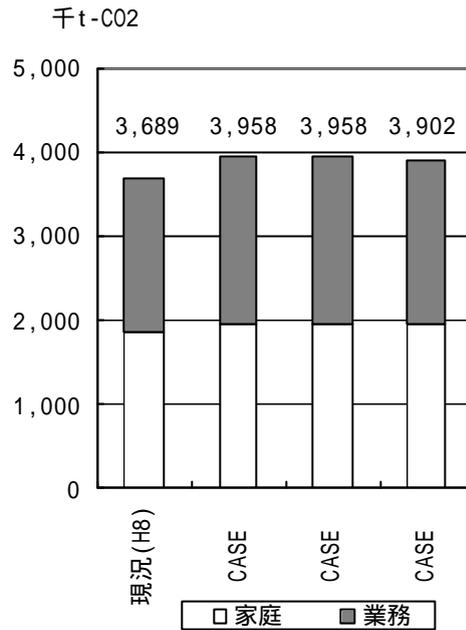


図 3-20 CO₂ 排出量 (民生)

(3) まとめ

都市構造による CO₂ 排出量削減効果は小さく、Case (趨勢型)と比較して Case (都心居住型)、Case (副都心型)にほとんど変化が見られない。

交通施策導入による CO₂ 排出量削減効果は大きく、Case (趨勢型)と比較して Case -2 で最大 2.6%減少している。

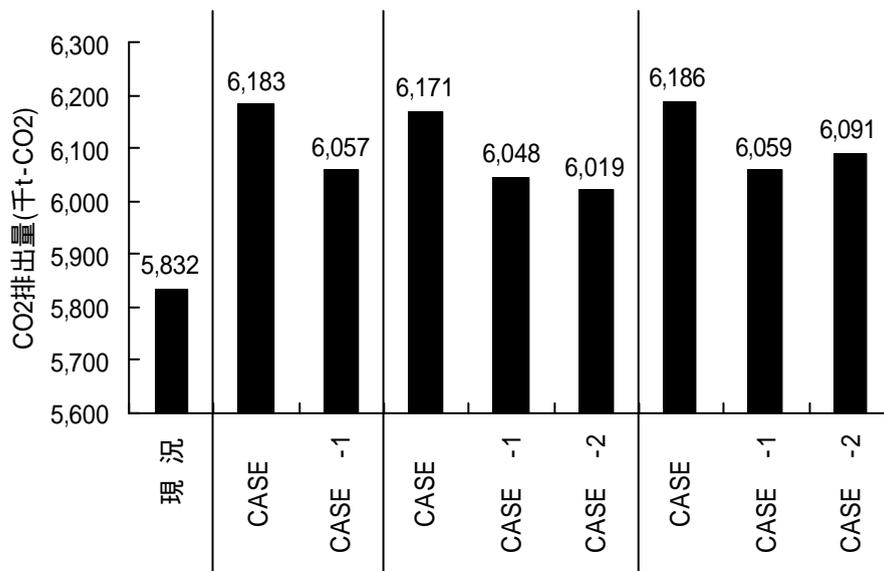


図 3-21 CO₂ 排出量 (民生 + 自動車)

3 - 4 . 民生施策

(1) 民生施策の設定

昨年度、「仙台都市圏における環境負荷（民生部門）の低減に係る施策に関する検討報告書（国土交通省国土交通政策研究所等、2002）」において検討している施策とほぼ同様の施策を対象とした。施策導入による効果は、この報告書の値を踏襲したが、施策導入の条件については本年度調査で作成した活動モデルの結果を反映できるように変更を行った。

表 3-36 平成 13 年度研究における民生施策の設定

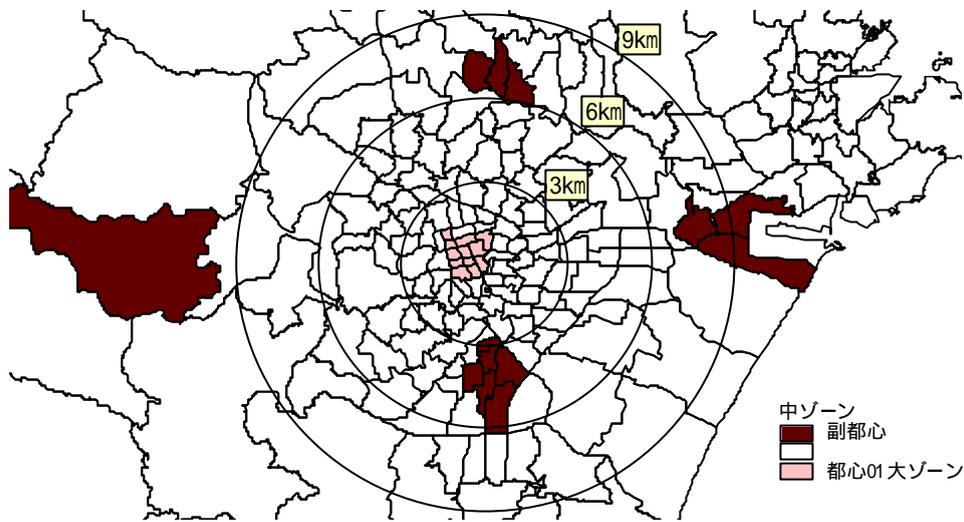
	導入対象	削減効果
集合住宅への住替え	増加する世帯は集合住宅に居住	[家庭] 戸建てと集合住宅の差分
地域冷暖房システムの導入	法定容積率 400%以上の区域 ➡ 都心ゾーンに導入	[業務] 冷暖房需要の 25%削減
住宅の省エネルギー化	新築住宅の 50%に導入 既築住宅の 10%に導入	[家庭] 冷暖房需要の 30%削減
業務ビルにおけるコージェネの導入	病院の 50%に導入 ➡ 全業務ビルの 50%に導入	[業務] 冷暖房・給湯需要の 25%削減
業務ビルにおける屋上緑化	業務ビル屋上の 20% (業務ビルは 5 階建てを想定)	[業務] 最上階の冷暖房負荷 20%削減
新エネルギーの導入	戸建て住宅 導入件数は全国目標値から設定 (昨年度調査: 戸建て住宅の 8.7%)	[家庭] 電力需要の 100%削減

➡ 今年度の変更点

まず、上記の表の施策については、Case（趨勢）に導入する施策とした。都市構造との組み合わせについては、以下の通り設定した。

表 3-37 都市構造との組み合わせによる民生施策

	Case 趨勢型	Case 都心居住型	Case 副都心型
民 1 住宅施策	集合住宅への住替え (都心) 住宅の省エネルギー化 (都心) Case -民 1	集合住宅への住替え (都心) 住宅の省エネルギー化 (都心) Case -民 1	集合住宅への住替え (副都心) 住宅の省エネルギー化 (副都心) Case -民 1
民 2 地域冷暖房等	地域冷暖房(都心) コージェネレーション (都心) Case -民 2	地域冷暖房(都心) コージェネレーション (都心) Case -民 2	地域冷暖房(副都心) コージェネレーション (副都心) Case -民 2
民 3 都市緑化	屋上緑化(業務ビル) Case -民 3	屋上緑化(業務ビル) 都市緑化(1 車線を緑道) Case -民 3	-



都心ゾーン：01 大ゾーン

副都心ゾーン：北（泉中央）、東（仙台港背後地）、南（長町）、西（愛子）

図 3-22 都心及び副都心該当ゾーン

(2) CO₂ 排出量の推計結果

家庭部門において CO₂ 排出量の削減幅の大きい施策は集合住宅への住替えである (9.6%減)。住宅の省エネルギー化や新エネルギーについては、導入効果は大きいが、施策の普及率を少なく見積もったため、相対的に少ない削減幅である (2.5%減)

業務部門において削減幅の大きい施策は、コージェネレーションの導入である (5.7%減)。地域冷暖房は導入地区を都心部に限定したわりには効果が得られているが、コージェネレーションの導入には及ばなかった。また、屋上緑化は削減効果が最上階のみに限定されるが、わずかに排出量は減少している。

都市構造と組み合わせた施策では、住宅施策において施策導入区域を都心部、副都心部に限定したために削減幅が少ない結果だった。業務施策についても施策導入区域を限定したが、業務機能が集積する箇所に導入したことで、改善効果をみることができた (2.5%減)。都市緑化施策についても、わずかではあるが効果を得ることができた。

表 3-38 民生施策による CO₂ 排出量削減効果

	民生家庭 対「将来趨勢」		民生業務 対「将来趨勢」		民生計 対「将来趨勢」	
	千t-CO2/年	%	千t-CO2/年	%	千t-CO2/年	%
現況(H8)	1,846.3	-	1,842.5	-	3,688.8	-
CASE (趨勢)	1,971.9	100.0%	1,986.1	100.0%	3,958.0	100.0%
CASE (都心居住)	1,971.7	100.0%	1,986.1	100.0%	3,957.9	100.0%
CASE (副都心)	1,974.7	100.1%	1,927.0	97.0%	3,901.8	98.6%
集合住宅への住替え	1,782.8	90.4%	1,986.1	100.0%	3,768.9	95.2%
地域冷暖房システム	1,971.9	100.0%	1,968.8	99.1%	3,940.6	99.6%
住宅の省エネルギー化	1,924.1	97.6%	1,986.1	100.0%	3,910.3	98.8%
業務ビルへのコージェネの導入	1,971.9	100.0%	1,872.2	94.3%	3,844.1	97.1%
業務ビルにおける屋上緑化	1,971.9	100.0%	1,982.2	99.8%	3,954.1	99.9%
新エネルギーの導入	1,922.0	97.5%	1,986.1	100.0%	3,908.2	98.7%
民1 住宅施策						
Case 将来趨勢 CASE -民1	1,971.8	100.0%	1,986.1	100.0%	3,958.0	100.0%
Case 都心居住型 CASE -民1	1,962.9	99.5%	1,986.1	100.0%	3,949.0	99.8%
Case 副都心型 CASE -民1	1,962.1	99.5%	1,927.0	97.0%	3,889.1	98.3%
民2 地域冷暖房等						
Case 将来趨勢 CASE -民2	1,971.9	100.0%	1,955.2	98.4%	3,927.1	99.2%
Case 都心居住型 CASE -民2	1,971.7	100.0%	1,955.2	98.4%	3,926.9	99.2%
Case 副都心型 CASE -民2	1,974.7	100.1%	1,894.9	95.4%	3,869.6	97.8%
民3 都市緑化						
Case 将来趨勢 CASE -民3	1,971.9	100.0%	1,982.2	99.8%	3,954.1	99.9%
Case 都心居住型 CASE -民3	1,971.7	100.0%	1,982.2	99.8%	3,954.0	99.9%

(3) NO_x 排出量の推計結果

NO_x については、主だった民生施策の検討を、仙台都心部(001ゾーン)に導入した場合を想定して行った。

家庭部門における NO_x 排出量の削減は、施策を都心部に限定したためにほとんど0に近い状況となった。

業務部門においては施策による排出量の削減幅をある程度見込むことができた。コージェネレーションの導入で2.7%減、地域冷暖房の導入で2.4%減、また、屋上緑化により0.2%減の効果である。

都市構造と組み合わせた施策では、住宅施策において複数の施策組合せにより効果がわずかに現れ、わずかな削減効果に留まっている。業務施策については複数の施策が功を奏し、3%程度の改善効果を見込む推計となった。また、都市緑化施策についてはCO₂と同様、わずかではあるが削減効果を得ることができた。

表 3-39 民生施策による NO_x 排出量削減効果

	民生家庭 対「将来趨勢」		民生業務 対「将来趨勢」		民生計 対「将来趨勢」	
	t/年	%	t/年	%	t/年	%
現況(H8)	557.49	-	483.92	-	1,041.41	-
将来趨勢(CASE)	593.99	100.0%	521.36	100.0%	1,115.36	100.0%
都心居住(CASE)	593.91	100.0%	521.37	100.0%	1,115.28	100.0%
副都心(CASE)	593.87	100.0%	505.88	97.0%	1,099.74	98.6%
CASE -1	594.46	100.1%	521.60	100.0%	1,116.07	100.1%
CASE -1	594.32	100.1%	521.59	100.0%	1,115.91	100.0%
CASE -1	594.51	100.1%	505.88	97.0%	1,100.39	98.7%
CASE -2	594.32	100.1%	521.63	100.1%	1,115.95	100.1%
集合住宅への住替え(都心部)	593.99	100.0%	521.36	100.0%	1,115.36	100.0%
地域冷暖房システム(都心部)	593.99	100.0%	513.99	98.6%	1,107.98	99.3%
住宅の省エネルギー化(都心部)	593.98	100.0%	521.36	100.0%	1,115.34	100.0%
業務ビルへのコージェネの導入(都心部)	593.99	100.0%	512.26	98.3%	1,106.26	99.2%
業務ビルにおける屋上緑化	593.99	100.0%	519.80	99.7%	1,113.79	99.9%
新エネルギーの導入	593.99	100.0%	521.36	100.0%	1,115.36	100.0%
民1 住宅施策						
Case 将来趨勢 CASE -民1	593.98	100.0%	521.36	100.0%	1,115.34	100.0%
Case 都心居住型 CASE -民1	593.31	99.9%	521.37	100.0%	1,114.68	99.9%
Case 副都心型 CASE -民1	591.28	99.5%	505.88	97.0%	1,097.15	98.4%
民2 地域冷暖房等						
Case 将来趨勢 CASE -民2	593.99	100.0%	505.81	97.0%	1,099.80	98.6%
Case 都心居住型 CASE -民2	593.91	100.0%	505.81	97.0%	1,099.72	98.6%
Case 副都心型 CASE -民2	593.87	100.1%	490.27	94.0%	1,084.14	97.2%
民3 都市緑化						
Case 将来趨勢 CASE -民3	593.99	100.0%	519.80	99.7%	1,113.79	99.9%
Case 都心居住型 CASE -民3	593.91	100.0%	519.80	99.7%	1,113.71	99.9%

(4) 大気汚染濃度(NO₂)のシミュレーション結果

都市圏での比較

都市圏での比較では、環境目標(NO₂年平均濃度 23ppb)を超過しているメッシュ数と当該メッシュの昼間人口(曝露人口)により評価を行った。各ケースの昼間人口の設定は前述した方法と同様である。

- ・当該指標による民生-1(家庭施策)の評価では、Case 〃、〃のいずれのケースに導入しても効果が現れない結果となった。
- ・民生-2(地域冷暖房等)の施策は、Case (趨勢型)に導入した場合に最も効果が高く、環境目標超過メッシュが10メッシュ減り、曝露人口が約6万人削減される結果となった。Case (都心居住型)に導入した場合においても、環境目標超過メッシュが8メッシュ、曝露人口が約5万人を減る推計結果となった。一方、Case (副都心型)に導入した場合は、そもそもの濃度レベルが低いことから、地域冷暖房等の導入による効果は現れなかった。
- ・民生-3(地域緑化施策)は、Case (都心居住型)において都心ゾーンで屋上緑化を導入する施策とゾーン内道路の1車線(往復で2車線)を緑化した場合の効果が予測されている(交通施策として公共交通や駐車場施策も適用されている)。このケースでは、環境目標超過メッシュが3メッシュ減り、曝露人口も2.4万人減少する推計結果となった。

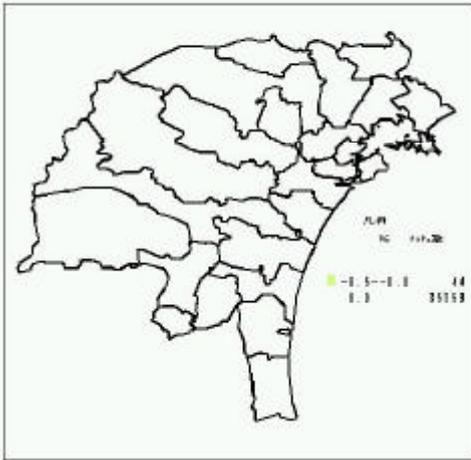
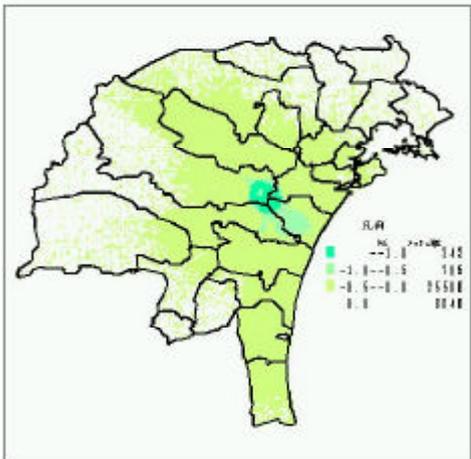
Case（都心居住型）はCase（趨勢型）と比較して大気汚染の影響が顕著になるが、以上の考察により、わずかな取組み量であってもCase（都心居住型）に施策を導入することで、環境負荷の高い地域については改善が見込まれる。

表 3-40 各ケースの環境目標超過メッシュ数、曝露人口

	Case	Case -民1	Case -民2	Case	Case -民1	Case -民2	Case -民3	Case	Case -民1	Case -民2
		家庭施策	地域冷暖房		家庭施策	地域冷暖房	都市緑化		家庭施策	地域冷暖房
超過メッシュ数										
都市圏計	27	27	17	31	30	23	28	7	7	7
青葉区	24	24	15	28	27	20	25	6	6	6
宮城野区	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
若林区	2	2	1	2	2	2	2	-	-	-
曝露人口	156,283	156,283	95,785	188,555	188,555	138,099	164,071	25,661	25,661	25,661

	Case -民1	Case -民2	Case -民1	Case -民2	Case -民3	Case -民1	Case -民2
	- Case						
超過メッシュ(差)							
都市圏計	0	-10	-1	-8	-3	0	0
青葉区	0	-9	-1	-8	-3	0	0
宮城野区	0	0	0	0	0	0	0
若林区	0	-1	0	0	0	-	-
曝露人口(差)	0	-60,499	0	-50,456	-24,484	0	0

(5) メッシュ別の比較対 Case :メッシュ別の NO₂ 濃度比(ppb)

都市構造 / 施策	趨勢型
<p>民 1 住宅施策</p>	<p>「Case - 民 1 」 / Case</p> 
<p>民 2 地域冷暖房等</p>	<p>「Case - 民 2 」 / Case</p> 
<p>民 3 都市緑化施策</p>	

右図は、施策なしのケース (Case 、Case 、Case) に対して、同じ都市構造下で民生施策を導入した場合の NO₂ 濃度増減率を表したものである。

住宅施策については、趨勢型ではほとんど変化が見られないが、都市居住型では仙台都心の一部、副都心型では副都心で若干の濃度低下が見られる。

地域冷暖房等については、趨勢型や都心居住型で都心部での NO₂ 濃度が低下し、副都心型で副都心での濃度が低減する。

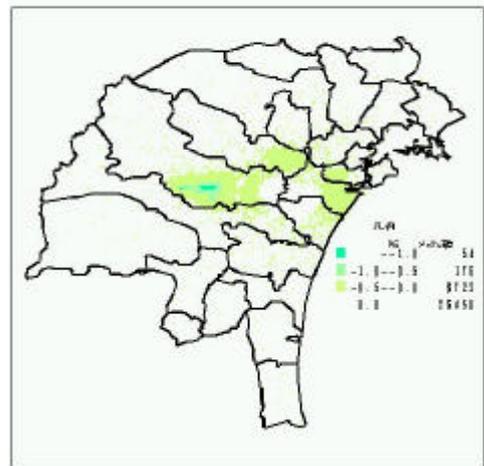
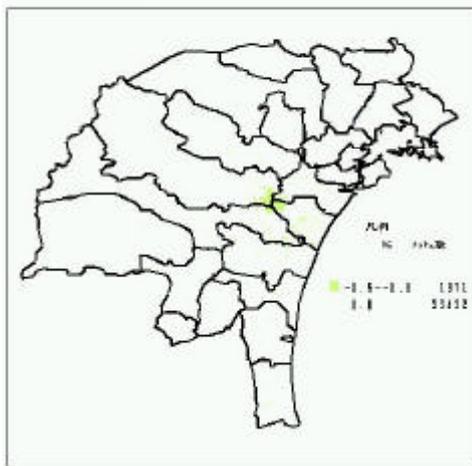
注) 「Case - 民 3 」は、都市緑化施策とともに交通施策として公共交通 + TDM 施策が導入された効果を示している。

都心居住型

副都心型

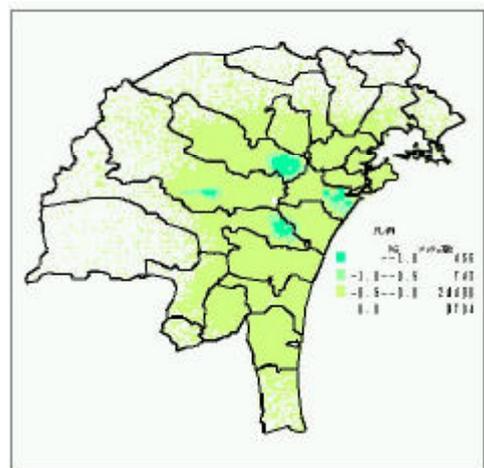
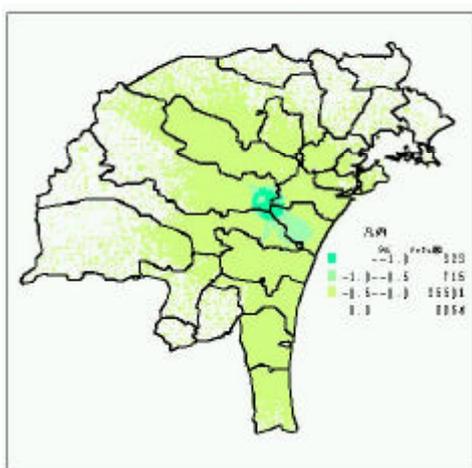
「Case -民1」 / Case

「Case -民1」 / Case

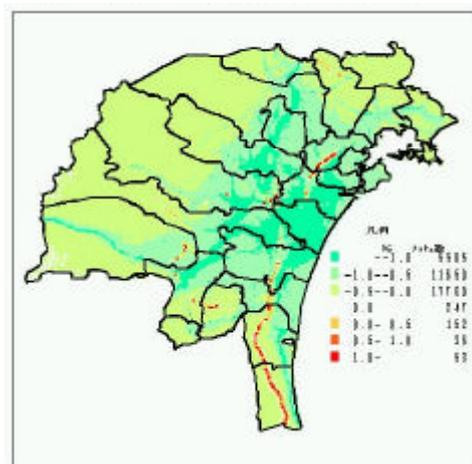


「Case -民2」 / Case

「Case -民2」 / Case



「Case -民3」 / Case



3 - 5 . 課題

騒音レベルの予測モデルと NO₂ 濃度予測モデル、CO₂ 排出量推計モデルを構築し、活動モデルから得られた交通量などのデータを用いて、都市構造・交通施策 7 ケース、民生施策 7 ケースについて将来推計を行った。限られた時間の中でモデルの構築、再現性の検討、各ケースのシミュレーションを行っているため、今後の課題として以下の点について検討が必要である。

(1) 騒音レベルの予測モデル

- ・騒音に係る環境基準は沿道特性(地域類型)に応じて基準値が設定されている (p62 参照)。したがって、環境基準による評価は地域類型別に行う必要があるが、今回の推計では専ら住居の用に供される地域に適用する厳しい環境基準を評価に用いている。今後、道路ネットワークの属性に都市計画の用途区域等を加え、地域類型別に環境基準との比較を行う必要がある。
- ・都市構造・交通施策では、施策により都市圏における人口分布が変化するため、曝露人口による評価が必要であり、評価方法の検討が必要である。

(2) NO₂ 濃度予測モデル

- ・本研究のモデルは、ケース設定が多くなることに対応して一部簡略化したモデルを採用した(それでも、環境アセスで使用するモデルとの比較であれば遜色ない)。しかしながら、設定した全ケースの推計に必要な計算時間はいまだ膨大であり、推計精度を保ちながら、モデルを簡略化することが必要である。

(3) CO₂ 排出量推計モデル

- ・CO₂ 排出量の推計過程で求めるエネルギー消費量は、NO_x 排出量を推計する場合にも必要となるが、政策評価に使用する、もしくは NO₂ 濃度の厳密な計算のために使用するといった目的の違いにより、双方の数値の整合がとられていないケースが多い。今回のモデルでは、この点については十分は配慮を行っているが、配慮したことによりモデルが煩雑になっている。したがって、推計手法を整理し、また設計し直す必要がある。

参考資料 1 気象の概況

(1) 気象ブロックの設定

対象地域を複数の気象ブロックに分けて気象の概況について整理した。ブロック区分設定の手順及び留意点は次のとおりである。

設定手順

<Step1> 測定局別の年間風配図をもとに地域風系の概観を把握する。

<Step2> 地形（河川流域や山地の広がり）を考慮して、地域ブロックとブロック別代表局を設定する。

<Step3> 上層ブロックと都心地域ブロックを追加し、最終的に 16 ブロックを設定する。

設定時の留意点

以下の測定局は代表局からはずした。

- ・ 仙台港 （風向別頻度が不自然なため）
- ・ セケ浜 （平均風速が極端に大きい）
- ・ 国設仙台 （測定高度が 42m と高く、平均風速が高い）

仙台市街地に位置する榴岡は年間平均風速が弱いため建物影響があるとも考えられるが、風向頻度に特異性がないことから、ここでは市街地における弱風化を反映しているとみなし、都心ブロック代表局として設定した。

設定結果

設定結果を表及び図に示す。尚、この気象ブロックの設定は「仙台都市圏物資流動調査」で行った NO₂ 濃度予測に使用した気象ブロックと同一のものである。

表 3-41 設定された気象ブロック

ブロック 番号	拡散場	代表局		
		測定局名	測定高度(m)	平均風速 (m/s)
1	地上・下層	松島	10m	2.3m/s
2		大和	9	2.3
3		塩釜	24	2.0
4		利府	20	2.4
5		高砂	16	1.8
6		岩切	14	1.9
7		泉	10	1.6
8		七郷	12	2.1
9		鶴谷	6	2.1
10		榴岡	10	1.1
11		宮城	不明	1.3
12		名取	13	2.4
13		山田	12	2.1
14		岩沼	15	2.3
15		柴田	25	2.3
16	上層	八木山	100(海拔 238m)	4.3

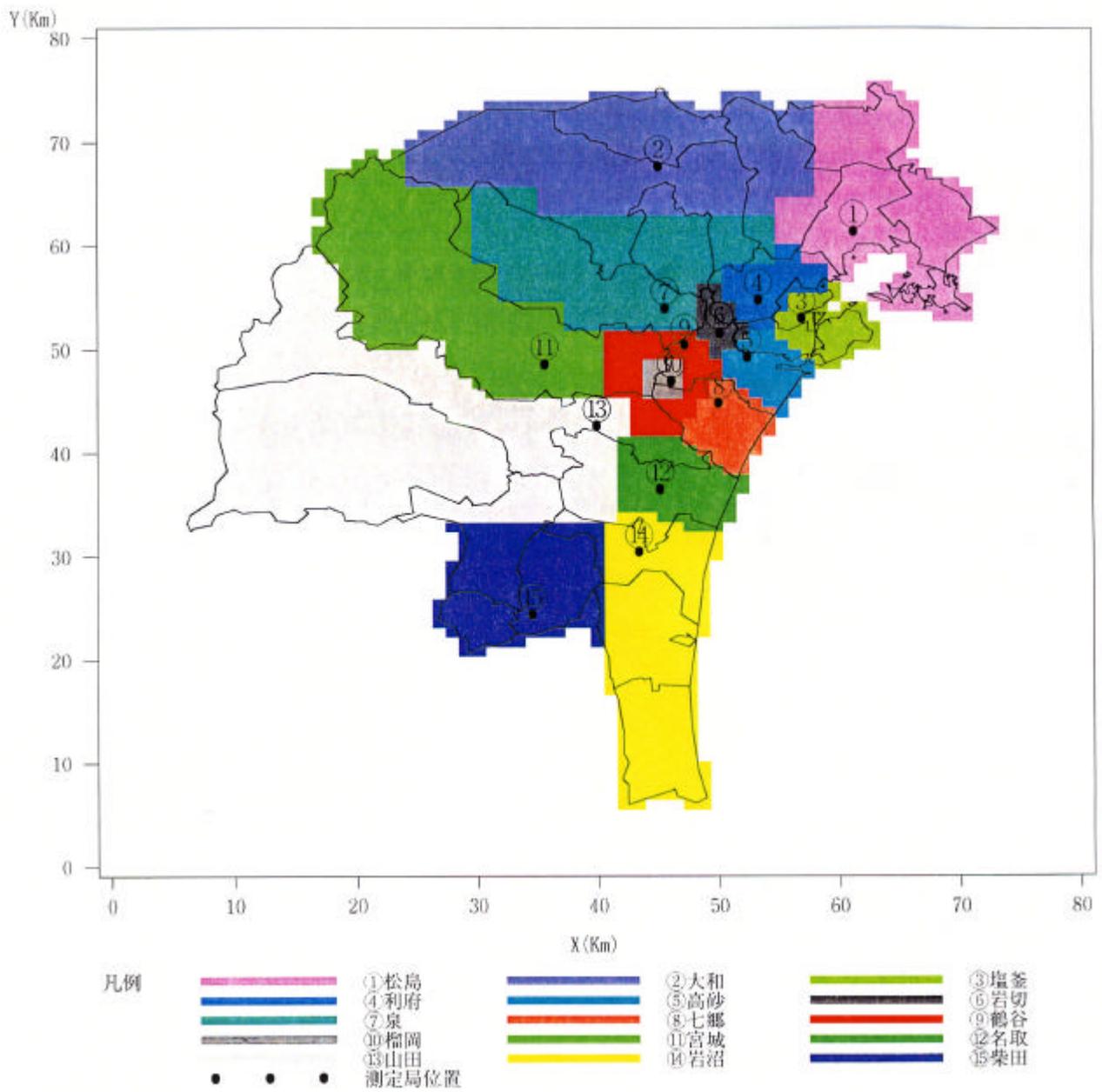


図 3-23 気象ブロックと代表測定局の位置図

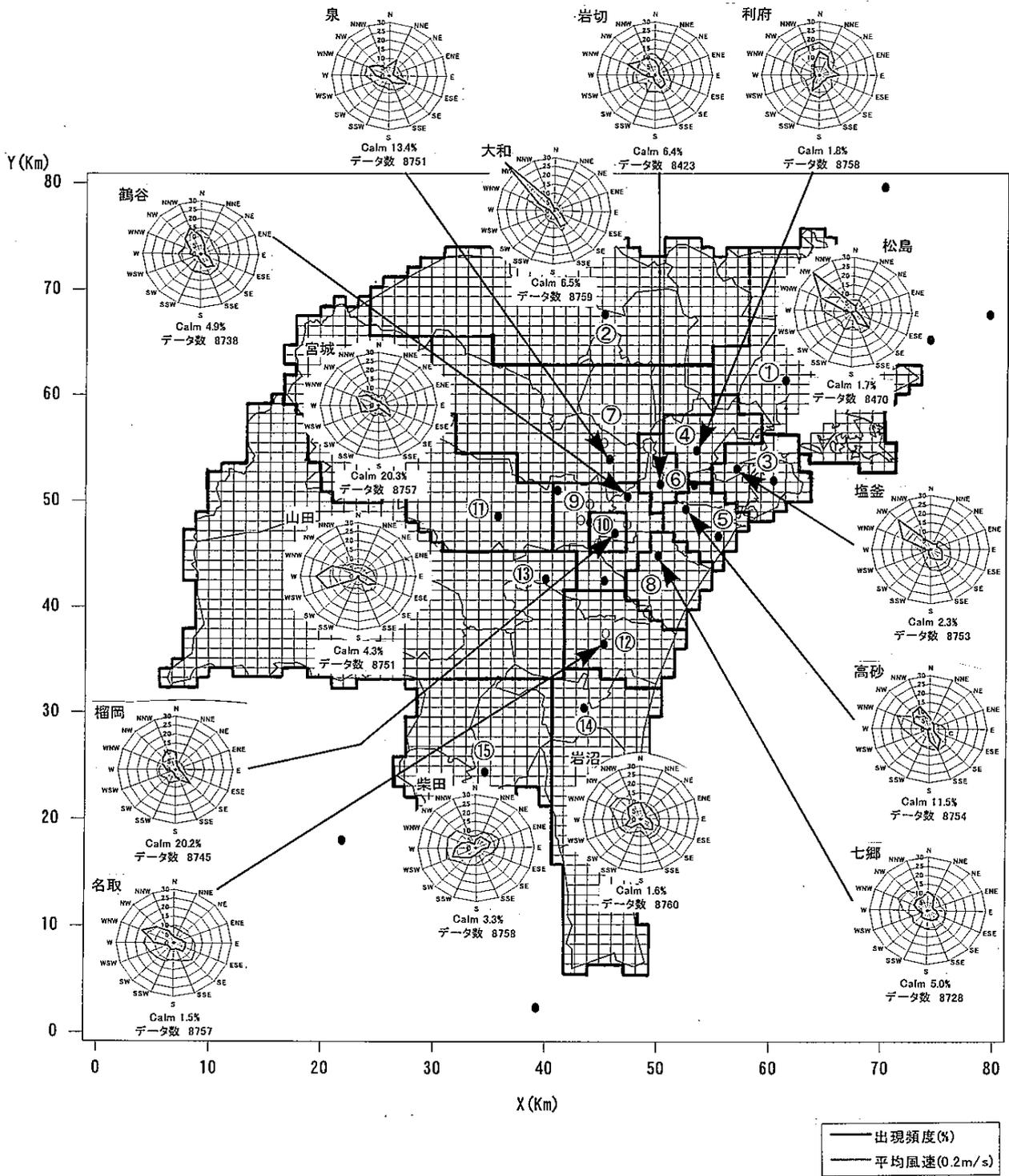
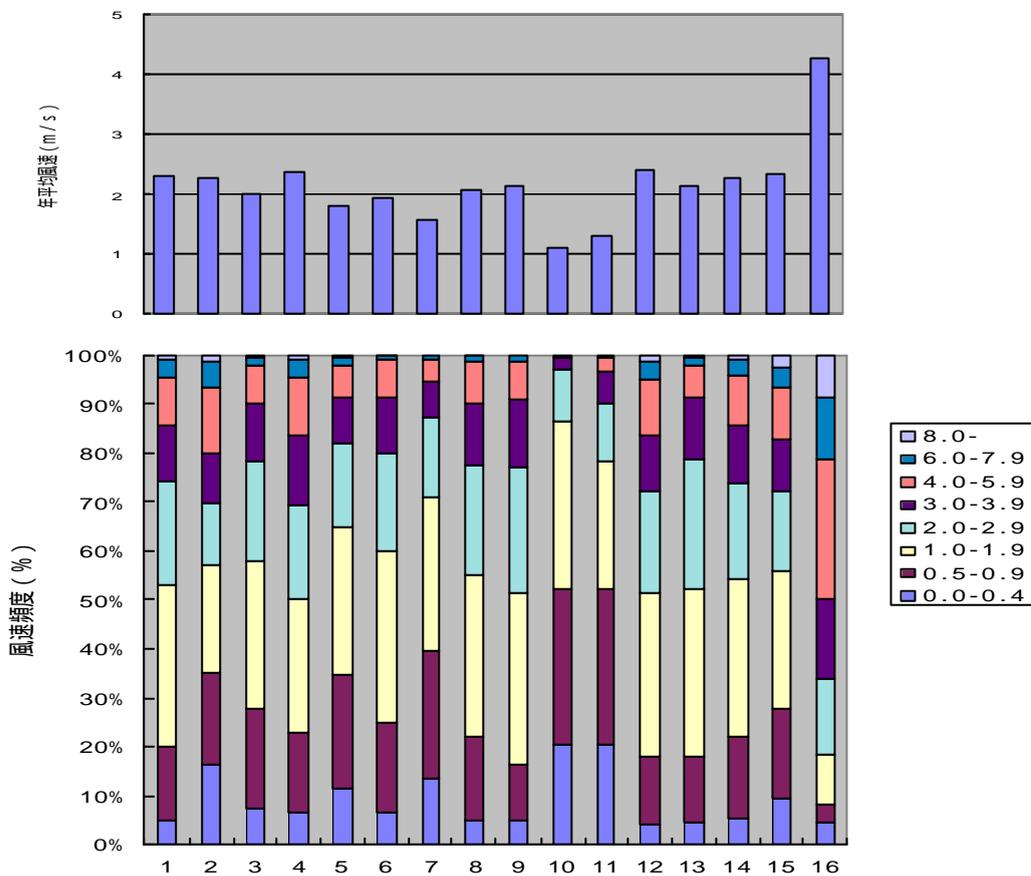


図 3-24 気象ブロックと代表測定局における風配図

(2) 気象の概況

気象ブロック別の代表測定局における年間の平均風速と風速ランク別出現頻度を図 3-24 に示す（風配図（風向別の出現頻度と平均風速）は図 3-23 参照）。一般的な傾向として、風速は都市域で弱く郊外域で強くなる傾向がある。また、沿岸域では海岸線に直交する風向の出現頻度が高いのに対して、内陸域では河川方向の風が卓越する。

代表測定局における年間の大気安定度出現状況を図 3-25 に示す。なお、大気安定度は表 3-23 に従って、各測定局で測定された風速と仙台管区気象台で測定された全天日射量、雲量から時刻別に算出した。算出された大気安定度によると、いずれの測定局においても安定度 D(昼間 D_D と夜間 D_N) の頻度が最も高く 70% 程度を占め、次いで安定度 G, B, C の出現が多い。



1～16 は気象ブロック(測定局)

図 3-25 代表測定局における年間の平均風速と風速頻度

表 3-42 大気安定度区分 (Pasquill 安定度階級分類法 (日本式, 1959) による)

風 速 (地上 10m) m/s	日射量 cal/cm ² ·h			本 曇 (8~10) (日中・夜間)	夜 間	
	50	49~25	24		上層雲 (5~10) 中・下層雲 (5~7)	雲 量 (0~4)
< 2	A	A - B	B	D	(G)	(G)
2 ~ 3	A - B	B	C	D	E	F
3 ~ 4	B	B - C	C	D	D	E
4 ~ 6	C	C - D	D	D	D	D
6 <	C	D	D	D	D	D

- (注) 1) 日射量については原文は定性的であるので、これに相当する量を推定して定量化した。
 2) 夜間は日の入り前 1 時間から日の出後 1 時間の間を指す。
 3) 日中、夜間とも本曇 (8~10) のときは風速のいかんにかかわらず中立状態 D とする。
 4) 夜間 (注 2)) の前後 1 時間は雲の状態いかんにかかわらず中立状態 D とする。

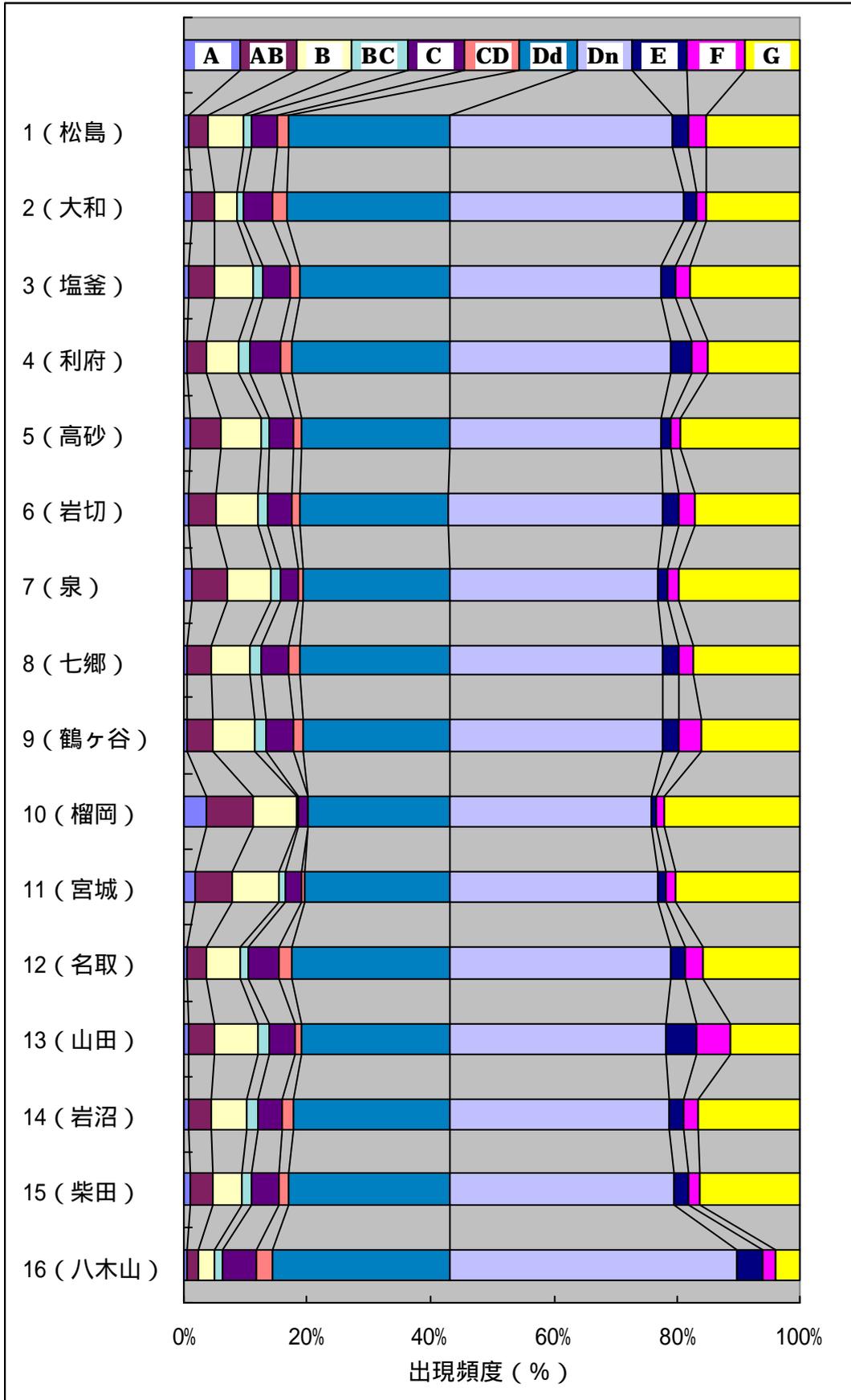


図 3-26 代表測定局における大気安定度の出現頻度

参考資料2 NO_x 排出量の推計

(1) 概要

仙台都市圏における現況 NO₂ 濃度を拡散シミュレーションにより把握するための基礎データとして、圏域の平成8年度現況 NO_x 排出量を推計した。対象とする発生源は主たる発生源である自動車交通に加えて、工場・事業所および家庭等の固定発生源である。NO_x の発生源としては、この他に船舶、航空機等があるが、これらの発生源は、既往報告で濃度寄与が小さいことが判明しているため、対象外とした。³

拡散シミュレーションにおいては、各発生源は点源、線源、面源に分類される。本調査では、表の区分を設けて発生源推計を行った。

拡散シミュレーションは、季節および時間帯による気象状況の変化を考慮して、期別(非暖房期4-10月、暖房期11-3月)、時間帯別(午前7-12時、午後12-16時、夜間16-23時、深夜23-7時)に分けて行う。そのため、排出量推計もこれらの期別時間帯区分別に行った。

表3-43 発生源データ区分

発生源区分	発生源形態	発生源データの作成方法
自動車	線源	現況ネットワークを折れ線近似した単位区間を線源とする。
工場・事業所	点源	排出量総合調査による発生源のうち、煙突実高度30m以上の施設を点源とする。
	面源	排出量総合調査による発生源のうち煙突実高度30m未満の低煙源施設を約1kmメッシュの面源として集約する。
民生(家庭) (業務)	面源	約1kmメッシュ別の世帯数に基づき面源排出量を算定。
	面源	約1kmメッシュ別の事業所数に基づき面源排出量を算定。

注) 約1kmメッシュ = 行政管理庁の定める経緯度法による標準3次メッシュ

³ 環境総合研究所(宮城県委託): 窒素酸化物将来予測調査(平成8年度)
(圏内測定局における平成6年度現況NO_xシミュレーション濃度の平均とは、自動車69.7ppb、工場事業場2.9ppb、民生(家庭)0.9ppbに対し、船舶0.5ppb、航空機0.1ppb未満であった。)

(2) 自動車

仙台都市圏における現況自動車 NOx 排出量を、以下の図に示す方法で推計した。

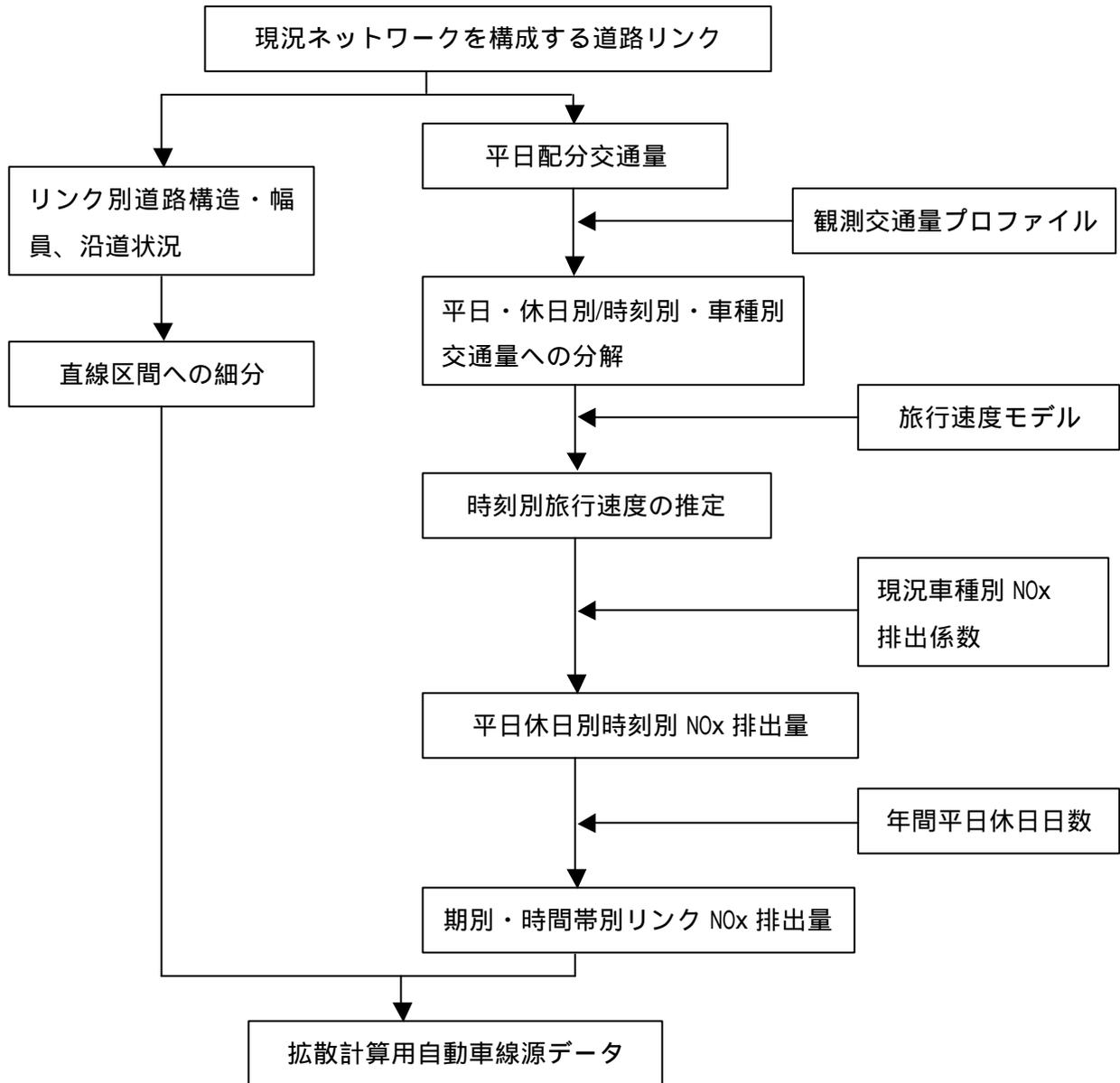


図 3-27 自動車 NOx 排出量推計フロー

平日休日別時間交通量

年間 NOx 排出量推計に必要な平日休日別車種別時間交通量は、現況平日 24 時間交通量配分結果から、道路交通センサス一般交通量等の平日休日時間変動パターン（観測交通量プロファイル）を利用して推計した。

旅行速度の推定

NOx 排出特性が旅行速度に強く依存するため、旅行速度モデルを作成して、時刻別の方向別旅行速度を推定した。

自動車排出係数

自動車 NOx 排出係数は、東京都における平成 8 年度調査結果（平成 7 年度現況）を 4 車種に統合して用いた。また、将来(2020 年)の排出係数は「今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について（第五次答申）」に掲げられている新長期目標(2005 年より規制)を全ての車が達成しているものと想定して設定した。

排出係数は、旅行速度を変数とする以下の回帰式で表現する。

$$EF = a_0 + a_1 \cdot V + a_2 \cdot V^2 + a_3/V + a_4W \quad (\text{g/km})$$

a_0, a_1, a_2, a_3, a_4 : 回帰係数

V : 旅行速度 (km/h)

W : 車両の半積載重量(t)

表に、車種別の回帰係数を示す。排出量推計の際には、表中の回帰係数を適用する。

表 3-44 NOx 排出係数

(現況)

車種	a0	a1	a2	a3	a4
乗用車	2.9375E-02	1.6119E-03	6.5988E-06	2.5038E+00	0.0000E+00
バス	8.8344E-01	-6.9729E-02	6.7255E-04	2.6226E+01	5.1955E+00
小型貨物車	4.4533E-01	-1.6094E-02	2.2063E-04	6.9414E+00	3.1710E-01
普通貨物車	6.4787E-01	-5.8284E-02	5.3714E-04	2.5315E+01	3.4350E+00

(将来)

車種	a0	a1	a2	a3	a4
乗用車	6.5310E-03	3.0144E-04	1.3799E-06	4.8148E-01	0.0000E+00
バス	8.3660E-02	-1.2534E-02	1.0031E-04	7.3820E+00	1.3528E+00
小型貨物車	4.5639E-02	-2.7460E-03	2.9175E-05	1.7010E+00	8.7413E-02
普通貨物車	9.4409E-02	-1.2820E-02	1.0036E-04	7.1964E+00	1.2571E+00

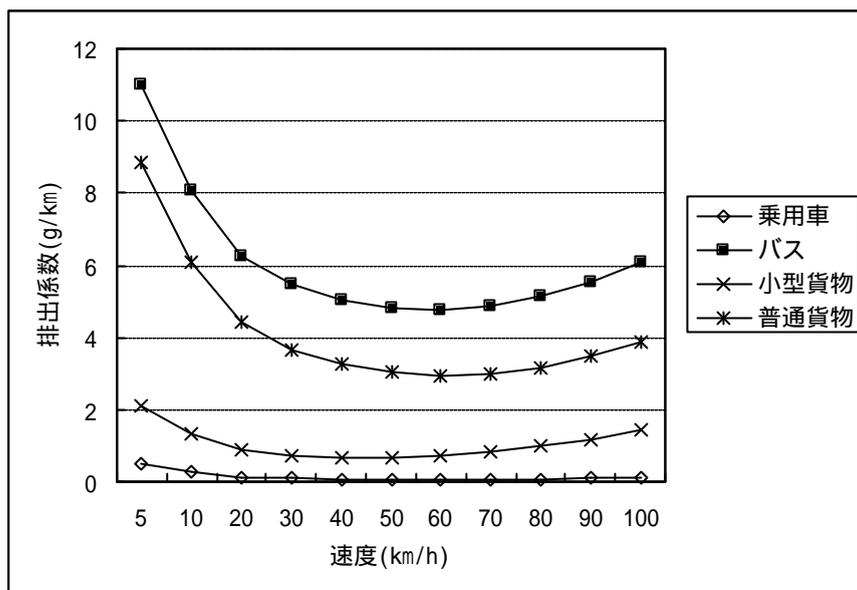


図 3-28 車種別 NOx 排出係数

道路構造の設定

NO₂濃度予測モデルでは、拡散計算を行う際に発生源の高さを考慮する必要がある。仙台都市圏には平面道路よりも路面高さのある道路があるため、この道路リンクを抽出し、路面高さ 5 m、高欄高さ 0.8m の高架道路と設定した。なお、この設定は騒音レベル予測モデルにおける設定と同様である。

対象リンク番号 61996226, 62266280, 62807328, 73277328, 73277363, 62267755
63397837, 63237837, 61026323, 61026103

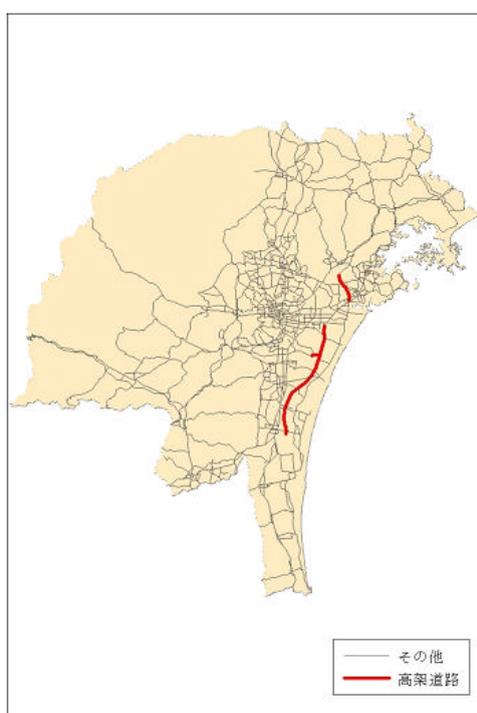


図 3-29 高架道路のリンク

(3) 工場・事業所

仙台都市圏における工場・事業所の NOx 排出量は、宮城県が平成 8 年度に実施した大気汚染物質排出量総合調査（環境庁所管）の結果に基づいて推計した。

拡散シミュレーションに用いる期別時間帯別排出量は、調査で得られている年間排出量より、業種別の平均稼働パターンを設定して配分した。発生源位置は、排出量総合調査で把握されている工場事業場所在 3 次メッシュに基づいて推定し、ごく少数のメッシュ不明のデータは対象外とした。発生源データは、煙突別に集約し、実煙突高度 30m 以上の発生源を点源として、個別スタックファイルを作成した。個別スタックファイルには、排出量その他、煙突高度、排出ガス量、排出ガス温度の情報を付加した。実煙突高度 30m 未満の煙源は、3 次メッシュ別にまとめて面源データとした。

なお、将来推計では工業・事業所活動量とこれに伴う排出量の予測は非常に困難ことから、NO₂ 濃度予測を安全側で行うことも勘案し、現況排出量をそのまま将来排出量に当てはめた。

(4) 民生(家庭、業務)

概要

民生発生源の対象となる燃焼機器は、規模が小さく且つ使用形態が多様であることから、その排出量推計の基礎となるデータが非常に限られており、推計には困難が伴う。本調査では以下の表に示す各種の資料をもとに排出量の推計を行っている。推計方法は、都市ガス、LPG、灯油の燃料種類別に、使用世帯数もしくは事業所数に原単位を乗じる原単位法を採用した。

本調査では最終的に3次メッシュ単位で推計している。これは推計の基礎となる人口や世帯数の最小の集計単位が3次メッシュであり、NO₂濃度の予測に適しているからである。

表 3-45 民生排出量推計用資料一覧

種 類	内 容	対象年	資 料
世帯数 事業所数	3次メッシュ別世帯数	H7年	平成7年国勢調査 (地域メッシュ統計)
	3次メッシュ別事業所数	H8年	平成8年事業所統計調査 (地域メッシュ統計)
都市ガス	都市ガス2社(塩釜、仙台市) 用途別販売量、調定件数	H8年	ガス事業統計年報(1996)
	都市ガス2社(塩釜、仙台市) 月別販売量	H8年	ガス事業統計年報(1996)
	月別時刻別ガス供給量(4時点)	H10年	仙台市ガス局資料
LPG	1世帯当たり月別LPG使用量	H8年度	プロパンガス消費実態調査 報告書
	家庭・業務用LPG使用量(宮城県)	H8年度	LPガス資料年報1998年版
灯油	1世帯当たり月別灯油使用量	H8年度	灯油消費実態調査報告書
	月別灯油販売量(宮城県)	H8年度	エネルギー生産・需給統計 月報
NO _x 排出係数	家庭用燃焼機器設置状況(全国値)	H7年度	環境庁大気保全局資料
	家庭用燃焼機器窒素酸化物排出係数	H7年度	環境庁大気保全局資料

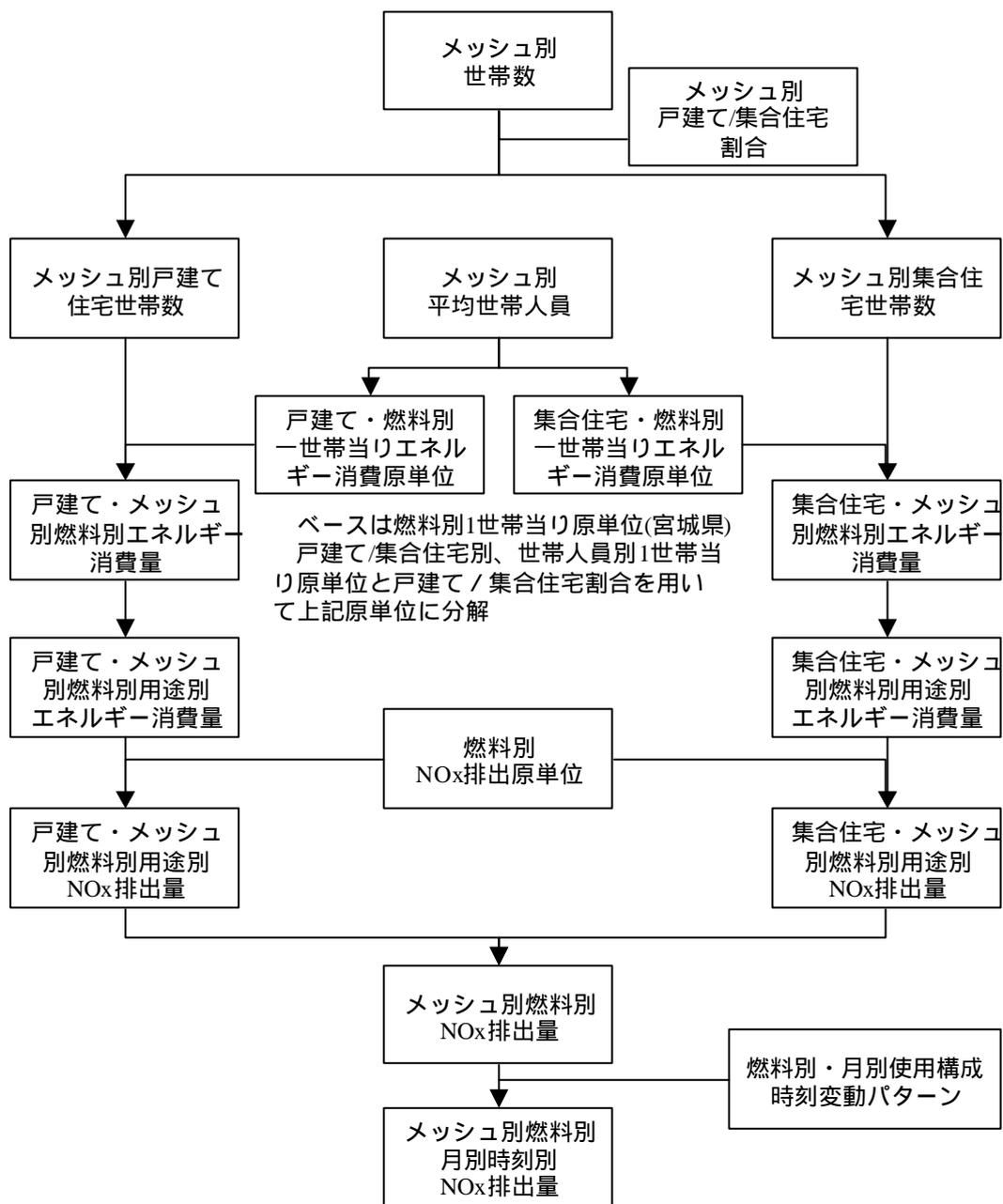


図 3-30 民生(家庭)NOx 排出量推計方法

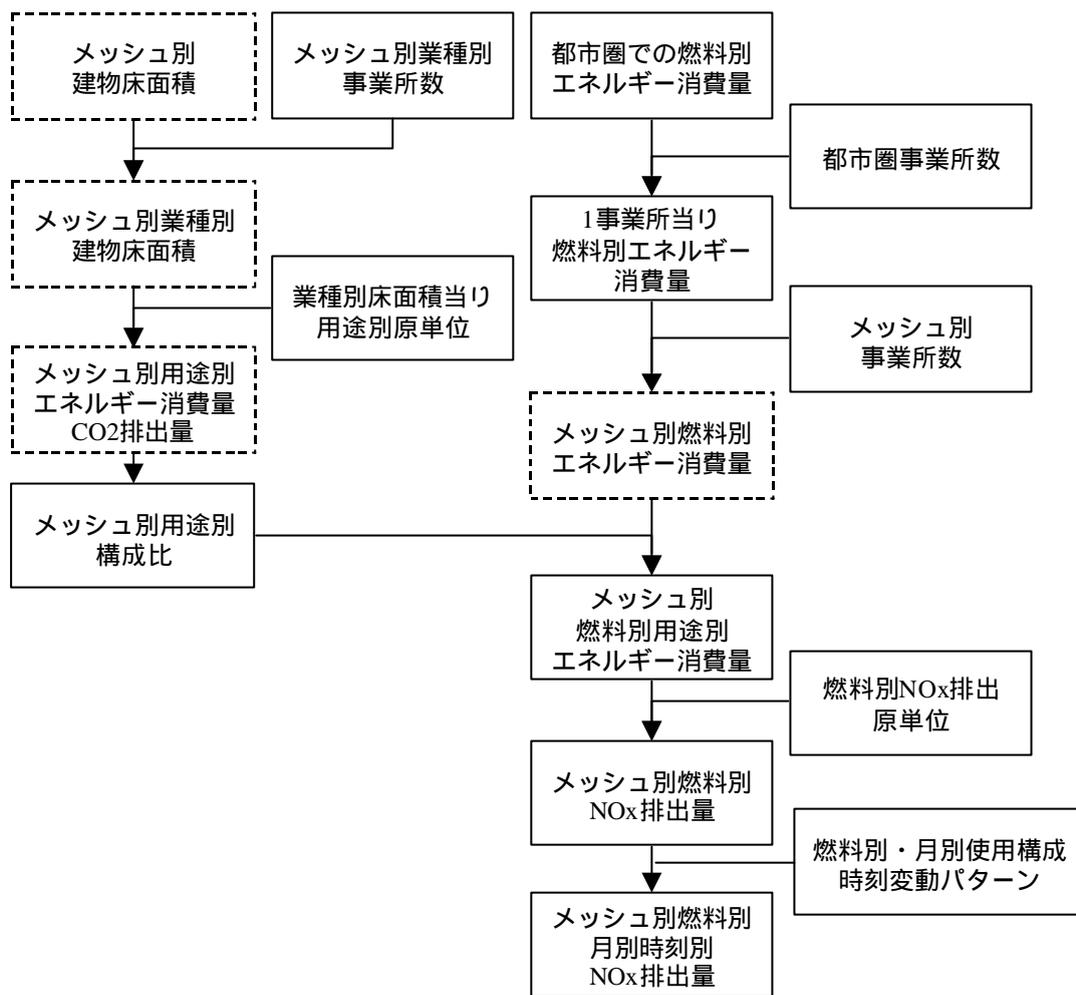


図 3-31 民生(業務)NOx 排出量推計方法

排出係数の設定

N_{0x} 排出係数は「群小発生源対策検討会報告書（平成7年度環境庁）」による燃焼機器別排出係数を基礎資料とした。仙台都市圏における燃焼機器構成比が不明であるため、全国の設置台数構成比や燃料消費量比率を用いて燃料別平均排出係数を推定した。

また、将来の排出係数については技術革新の動向および仙台都市圏での現状での低 N_{0x} 機器の普及状況が把握できないことから、現況の排出係数をそのまま適用することとした。家庭および業務の排出係数を以下の表に示す。

表 3-46 家庭における燃料種類別 N_{0x} 排出係数

(排出係数 :kg/10⁸kcal)

機種	都市ガス			LPG			灯油		
	機種別 排出係数	台数	排出係数 × 台数比	機種別 排出係数	台数	排出係数 × 台数比	機種別 排出係数	台数	排出係数 × 台数比
ガステーブル	13.8	20,489	5.42	16.1	30,101	8.63	-	-	-
その他	-	2,933	-	-	3,700	-	-	-	-
小型給湯器	17.7	6,095	2.07	20.2	6,294	2.26	25.47	3,633	1.01
大型給湯器	18.3	7,746	2.72	20.8	7,746	2.87	-	-	-
給湯付き風呂釜	19.6	4,340	1.63	22.3	3,396	1.35	24.27	2,510	0.66
給湯無し風呂釜	20	4,630	1.77	22.7	3,623	1.46	-	-	-
その他	19.6	690	0.26	22.3	82	0.03	-	-	-
放射ストーブ	8.8	733	0.12	10	301	0.05	-	-	-
ファンヒーター	7	3,710	0.50	7.9	426	0.06	16.91	33,292	6.14
FFストーブ	14.6	817	0.23	16.6	518	0.15	15.29	6,336	1.06
小型ストーブ	-	-	-	-	-	-	2.56	45,866	1.28
合計		52,183			56,187			91,637	
排出係数			14.72			16.87			10.16
備考 (発熱量)	(5C) (6B)	4,500kcal/m ³ 5,000kcal/m ³ 24,000kcal/m ³				12,000kcal/kg			8,900kcal/l

表 3-47 業務における燃料種類別 N_{0x} 排出係数

(排出係数 :kg/10⁸kcal)

機種	都市ガス			LPG			灯油		
	機種別 排出係数	燃料消 費量比 率	排出係数 × 燃料消 費量比率	機種別 排出係数	燃料消 費量比 率	排出係数 × 燃料消 費量比率	機種別 排出係数	燃料消 費量比 率	排出係数 × 燃料消 費量比率
未規制ボイラー	16.04	47.7%	7.65	16.71	47.5%	7.94	22.93	49.6%	11.37328
吸収式冷温水機	14.74	48.5%	7.1489	17.28	48.3%	8.34624	21.45	50.4%	10.8108
小型GHP	86.75	3.8%	3.30	89.96	4.2%	3.78	0	0.0%	0.00
合計			1			1			1
排出係数			18.10			20.06			22.18
備考 (発熱量)	(5C) (6B)	4,500kcal/m ³ 5,000kcal/m ³ 24,000kcal/m ³				12,000kcal/kg			8,900kcal/l

(5) NOx 排出量推計のまとめ

発生源別 NOx 排出総量

平成 8 年度 NOx 排出総量は、表に示すように 2 万トン弱と見積もられる。このうち、工場・事業所が 57%、民生が 6 %、自動車は 37%を占めている。工場の排出量のうち、約 9 千トンが拡散効果の大きい高煙突の排出である。

表 3-48 発生源別現況 NOx 排出総量

発生源	工場		事業所		民生	自動車	合計
	点源	面源	点源	面源	面源	線源	
排出量 (トン/年)	8,985	792	81	222	1,041	6,556	17,678
構成比	50.8%	4.5%	0.5%	1.3%	5.9%	37.1%	100.0%

期別時間帯別 NOx 排出強度

発生源種類の期別・時間帯別排出強度(都市圏の総量を時間あたりで示した値)を以下に示す。工場・事業所、民生では暖房期に排出量が増加することから、全発生源でも暖房期において 15%程度排出強度が増している。

表 3-49 期別・時間帯別現況 NOx 排出強度

		発生源別排出量 (Nm ³ /h)						合計
		工場 点源	工場 面源	事業所 点源	事業所 面源	民生 面源	自動車 線源	
非暖房期 (4-10月)	午前(7-12時)	543	54	4	11	44	539	1,196
	午後(12-16時)	581	52	4	11	37	503	1,188
	夜間(16-23時)	470	28	3	10	76	341	927
	深夜(23-7時)	397	20	1	4	20	207	650
	全日平均	479	35	3	8	44	364	934
暖房期 (11-3月)	午前(7-12時)	629	97	11	24	76	539	1,377
	午後(12-16時)	635	93	10	22	65	503	1,329
	夜間(16-23時)	523	43	7	20	132	341	1,066
	深夜(23-7時)	415	26	3	10	36	207	697
	全日平均	528	57	7	18	77	364	1,052
年間平均	午前(7-12時)	579	72	7	17	57	539	1,271
	午後(12-16時)	603	69	6	15	48	503	1,246
	夜間(16-23時)	492	34	4	14	99	341	985
	深夜(23-7時)	404	23	2	7	27	207	669
	全日平均	499	44	5	12	58	364	983

表 3-50 将来ケースでの NOx 排出量

	自動車 t/年	工場・事業所 t/年	民生 t/年	合計 t/年
現況(H8)	6,556	10,080	1,041	17,678
将来趨勢(CASE)	2,010		1,115	13,205
CASE -1	1,932		1,116	13,128
都心居住(CASE)	2,000		1,115	13,195
CASE -1	1,923		1,116	13,119
CASE -2	1,900		1,116	13,096
副都心(CASE)	2,066		1,100	13,246
CASE -1	1,986		1,100	13,166
CASE -2	1,995		1,100	13,176

参考資料3 都市緑化施策（道路1車線の緑化）による騒音低減効果

- ・仙台市では、都市再生プロジェクトとして、都心部の道路容量を削減して緑を創出する「百年の杜の計画」の構想がある。
- ・本研究会では、仙台都心部（01大ゾーン）における多車線道路の車線数を削減してシミュレーションを行った。
- ・仙台都心部（01大ゾーン）を下図に示す。このゾーン内の道路及びゾーンにかかる多車線道路（下図の色付きの道路）の車線数をそれぞれ2車線削減した。
- ・対象区間の総延長は約12.4kmであることから、1車線の幅員を3mとして、単純に考えれば、約7.4haの緑が創出されると想定される。
- ・森林によるCO₂吸収量は、年間約1.77Ct/haである。
- ・本ケースの場合、緑化だけで、1日約0.13CO₂-tの削減効果がある。

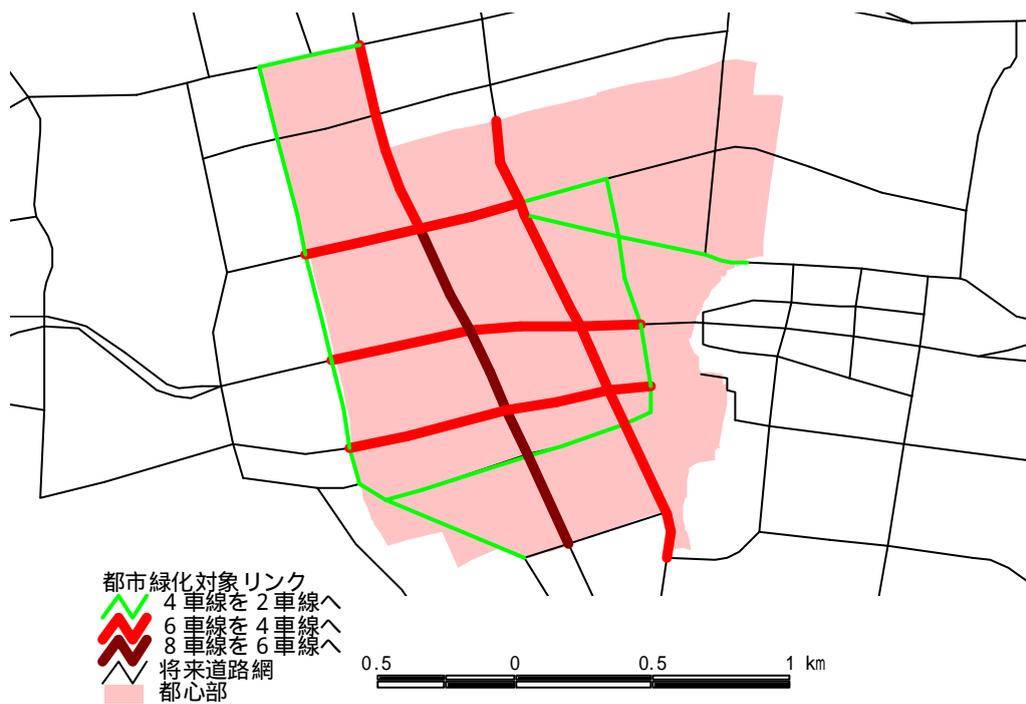
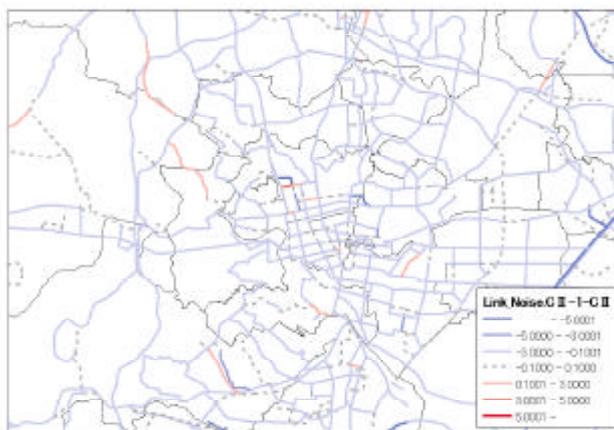


図 3-32 都市緑化施策

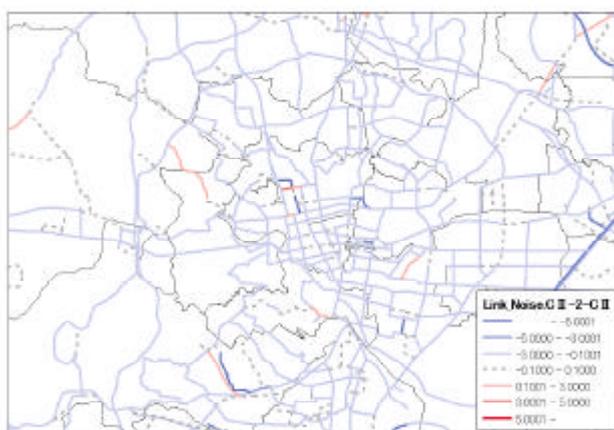
右の図は都心居住型で、交通施策を導入した場合(Case -1)、更に追加して駐車場施策を導入した場合(Case -2)、Case -2 に更に追加して都心部の道路を1車線潰して緑化する場合(緑化施策)の3ケースを、交通施策を何も入れない場合と比較したものである。

- ・ 公共交通を入れると騒音レベルが低下する
- ・ 駐車場施策の効果はあまり見えない。
- ・ 都心部の道路を1車線緑化した場合、該当するゾーン内では減少傾向であるが、周辺部では逆に騒音環境が悪化している。

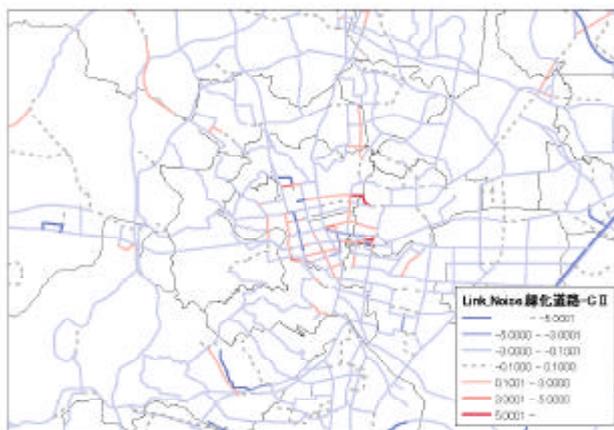
Case -1 / Case



Case -2 / Case



緑化施策 / Case



第 4 章 . 生活の質評価モデルの構築

第4章．生活の質評価モデルの構築

4 - 1 ．生活の質について

(1) 生活の質評価モデルについて

本研究では、所要時間短縮・混雑度といった自動車主体の評価を見直し、道路のネットワーク評価に止まらず、住環境の変化や安全性の変化など、近隣環境の視点を加えて、自動車交通のプラス面、マイナス面の両面から評価していくために、生活の質を客観的・総合的に評価できるモデルを検討した。

(2) WHOにおける生活の質 (Q O L)

QOL (Quality of Life) は「生活の質」、あるいは「人生の質」といわれ、その定義は、示す範囲が広いため、各国や各分野によって捉え方が多様である。

WHOホームページ (<http://www.who.int/msa/qol/>) より

WHO defines Quality of Life as an individual's perception of their position in life in the context of the culture and value systems in which they live and in relation to their goals, expectations, standards and concerns. It is a broad ranging concept affected in a complex way by the person's physical health, psychological state, personal beliefs, social relationships and their relationship to salient features of their environment.



WHOの定義：「個人が生活する文化や価値観の中で、目標や期待、基準および関心にかかわる自分自身の人生の状況についての認識」

(3) 既存研究の整理

これまでの生活の質に関わる既存研究を整理し、評価計測方法などについてレビューするとともに、本研究における「生活の質」の研究視点の位置付けを明確化する。

以下の文献等から「生活の質」の評価方法の特徴を整理する。

- ・「環境指標」の展開 (日本計画行政学会編)
- ・「住宅地における環境の評価指標に関する研究」森本章倫
- ・「近隣環境における「生活の質」の計測に関する研究」吉田朗

表 4-1 評価事例の整理

	「環境指標」の展開	「住宅地における環境の評価指標に関する研究」	近隣環境における「生活の質」の計測に関する研究
対象都市	北九州市（1984） 東京都（1986）	東京 23 区（1989）	山形市（1997）
概要	<ul style="list-style-type: none"> ・環境計画策定に向けて住民満足度調査結果とメッシュ別環境データから、快適性の評価に主眼をおいた環境指標を作成 ・地域の環境データ（人口、交通量等）から環境指標（快適性）を、重回帰により直接表現しようとするもの。 	<ul style="list-style-type: none"> ・居住環境の評価モデルを構築するため（方法論）客観値と主観的評価地値の評価関数にファジィ理論を用いている。 ・街並みの空間領域に配慮して、鳥瞰図のような街並みイメージを被験者に提示して景観的要素を含めた評価を行っている。 	<ul style="list-style-type: none"> ・住民満足度調査と個人属性、ゾーン別環境データから、共分散構造モデルを活用して居住環境の評価指標を作成
指標概要	<p>環境データ等を説明変数とした以下の個別指標を設定</p> <ul style="list-style-type: none"> ・空気のきれいさ ・まちの静けさ ・まちの清潔さ ・自然景観 など <p><例> 空気のきれいさの説明変数 NO₂濃度、交通量、人口密度</p> <p>北九州市では、上記個別指標を変数とした重回帰分析で総合評価を行う</p> <p>東京都は、指標間の重みをアンケート調査から分析し、総合評価を行っている。</p>	<p>東京都の住環境測定指標を活用している。</p> <p>焼失危険度、日照通風阻害度、空地延床面積比率、共用空地率、近隣緑量率、5.5m道路率等</p> <p>評価項目間のウェイト設定にファジィ積分が適用されている</p>	<p>分析により、環境データと満足度の中に介在する潜在変数として、以下の指標を設定している。</p> <ul style="list-style-type: none"> ・快適性 ・安全性 ・利便性 <p>上記の潜在変数を組み込んだヘドニック分析により、貨幣価値換算を行っている</p>
データ	<ul style="list-style-type: none"> ・メッシュ別の環境情報データ（人口、交通量、土地利用、騒音状況等） ・快適環境に関する市民意識調査（アンケート） 	<ul style="list-style-type: none"> ・東京都の住環境測定指標 ・住民アンケート 	<ul style="list-style-type: none"> ・ゾーン別（都市計画基礎調査）データ（人口、交通量、土地利用等） ・居住環境に関する市民意識調査（アンケート）
適用性	<ul style="list-style-type: none"> ・NO₂濃度が個別指標の変数にある。 ・仙台都市圏では個別指標を構成する説明変数データの収集が一部で困難 ・パラメータが明示されている 	<ul style="list-style-type: none"> ・仙台都市圏では、東京都の住環境測定指標に相当するデータ収集が困難 ・パラメータが明示されていない 	<ul style="list-style-type: none"> ・NO₂濃度が変数にない ・個別指標の説明変数となるデータの収集が比較的容易 ・パラメータが明示されている

- ・本研究は、アンケート等により主観的評価を得ることは行わず、既存研究の評価モデルの活用を基本としている。
- ・各モデルについて一長一短があるが、本研究の仙台都市圏への適用にあたって、交通施策の導入による「利便性」を生活の質から評価できる吉田モデルを基本とする。

(4) 本研究の生活の質

事例整理を行った吉田の論文では、都市計画と関連が深い Myers の研究から、生活の質を定義している。

Myers は、「生活の質」を都市計画の観点から「住みよさ」に限定し、「コミュニティの生活の質は、居住者が体験する同一の環境特性とそれに対する居住者の主観的評価によって構成される」と定義している。

これより、「生活の質」は同質性を仮定できる近隣程度の広がりを対象として、環境の物理量と個人の主観的評価値の両面から計測される「住みよさ」の尺度であると解釈している。

本研究においても、上記の解釈に基づき、生活の質を「利便性」「快適性」「安全性」を基本的概念とする「住みよさ」と解釈し、評価を行うこととする。

4 - 2 . 生活の質評価モデルの全体構成

(1) モデル構造の検討

「近隣環境における「生活の質」の計測に関する研究」の共分散構造モデルは、個人属性、地区特性などの客観的変数から生活満足度などの主観的評価値を算出するものである。

共分散構造モデルとは、複雑な因果関係の分析に適した多変量統計解析手法であり、現実的に直接観測できない抽象的な要因間の関係をモデル化できることが特徴となっている。本研究では、この手法により、直接観測できない抽象的な「利便性」「快適性」「安全性」（これを潜在変数と呼ぶ）といったものから、直接観測できる観測変数を活用して、生活の質（住みよさ）を説明することができる。

生活の質評価モデルの構造を以下に示す。

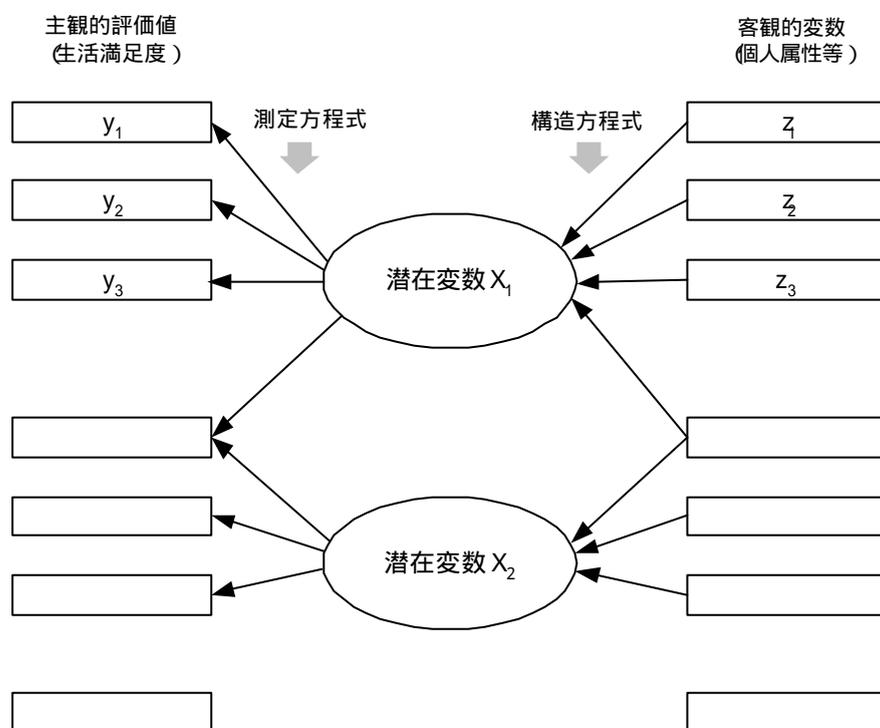


図 4-1 個人の意識構造における「生活の質」

上記の構造は、「生活の質」の要素となる心理現象を明らかにするために、それらの背後にある因果関係を見つけ出し、複雑に込み入った現象を比較的単純に理解しようとするものである。

因果関係を構成する要素として、観測できる変数（主観的評価値等）と直接観測できない潜在変数を仮定し、「生活の質」をいくつかの潜在変数の形で尺度化を試みたものである。

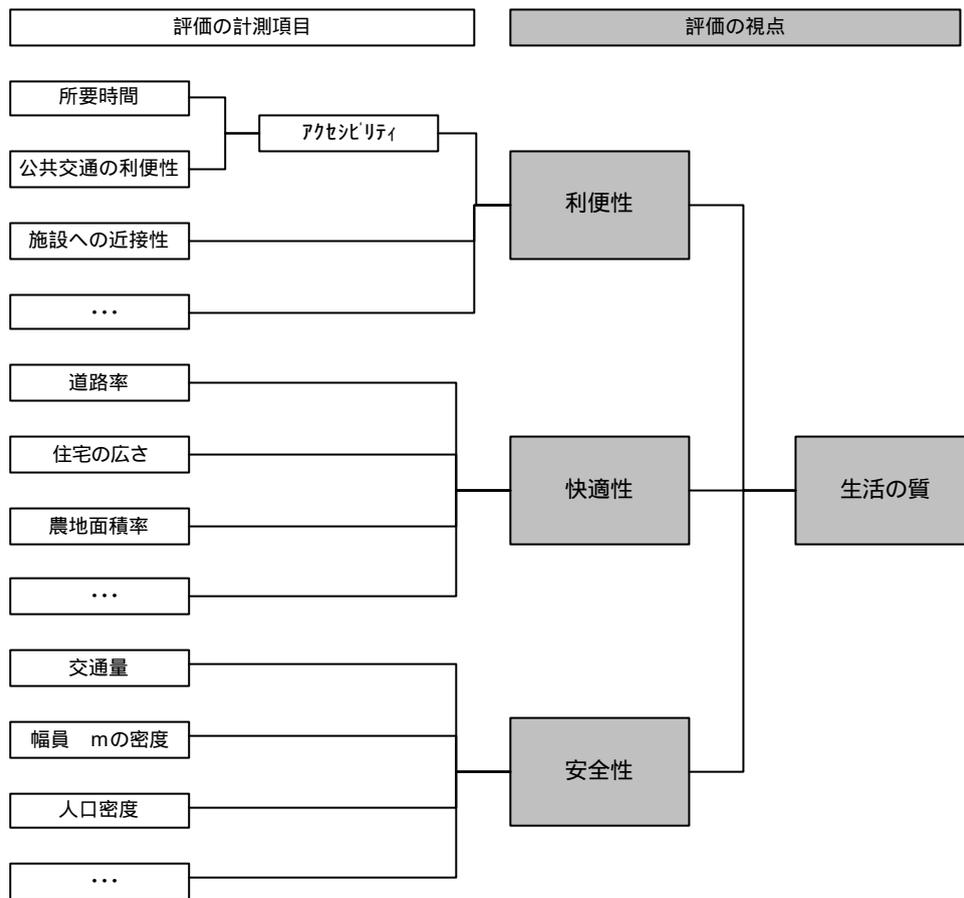


図 4-2 客観的変数と潜在変数

(2) モデルパラメータ

吉田朗「近隣環境における「生活の質」の計測に関する研究」における、客観的変数から潜在変数を表現する構造方程式のパラメータを下表に示す。

表 4-2 構造方程式のパラメータ

	利便性	快適性	安全性
年齢50歳以上ダミー	0.0716	0	0.0916
居住5年未満ダミー	-0.0504	0	-0.0557
学生ダミー	0	0	0.0642
専用自動車ダミー	0.0388	0	0
就業者ダミー	0	-0.0521	0
核家族ダミー	0	-0.0331	0
一人あたり住宅広さ	0	0.0574	0
住宅容積率	0	0.0428	0
持ち家ダミー	0	0	0
集合住宅ダミー	0	0	-0.0415
都心までの距離	-0.0844	0	0
幼稚園までの距離	-0.0453	0	0
小学校までの距離	-0.0779	0	0
中学校までの距離	-0.0366	0	0
総合病院までの距離	-0.1147	0	0
鉄道駅までの距離	-0.0774	0	0
大型店舗までの距離	-0.2491	0	0
街区公園までの距離	0	0	-0.0570
避難地までの距離	0	0	-0.0413
幅員6m道路の密度	0	0	0.0926
バスの利便性	0.0700	0	0
標高	0	0.0925	0
農地面積率	0	0.0633	0
河川敷面積率	0	0.0411	0
グロス容積率	0	-0.2031	0
建物平均階数	0	0	-0.0429
工場床面積割合	0	0	-0.0477
昭和20年代建物割合	0	0	0.0578
昭和30年代建物割合	0	0	-0.0362
人口密度	0	0	-0.1012
人口成長率	0	0	-0.0555

4 - 3 . データ整備

(1) 評価対象地域

山形市を対象に構築された「生活の質評価モデル」は、町丁字を基本にしたゾーニングのもとで構築されている。このため、ゾーンが細かく、ゾーンの大きさが均一な地域で評価することが望ましい。

本研究では、仙台都市圏パーソントリップ調査のゾーン（中ゾーン）を基本としていることから、このPT調査のゾーンの大きさが比較的均一な、仙台市の市街地部を中心に評価を行うことが望ましい。

さらに、この場合においてさえも、都心部以外のゾーンについてはゾーンが粗く、施設の近接性を表現するデータ作成には注意が必要である。ゾーン内に複数の施設が含まれること等から、最寄り施設までの距離を単純に算定するのは望ましくない。

仙台市域の市街化区域を含む都心9km圏を評価対象ゾーンとする

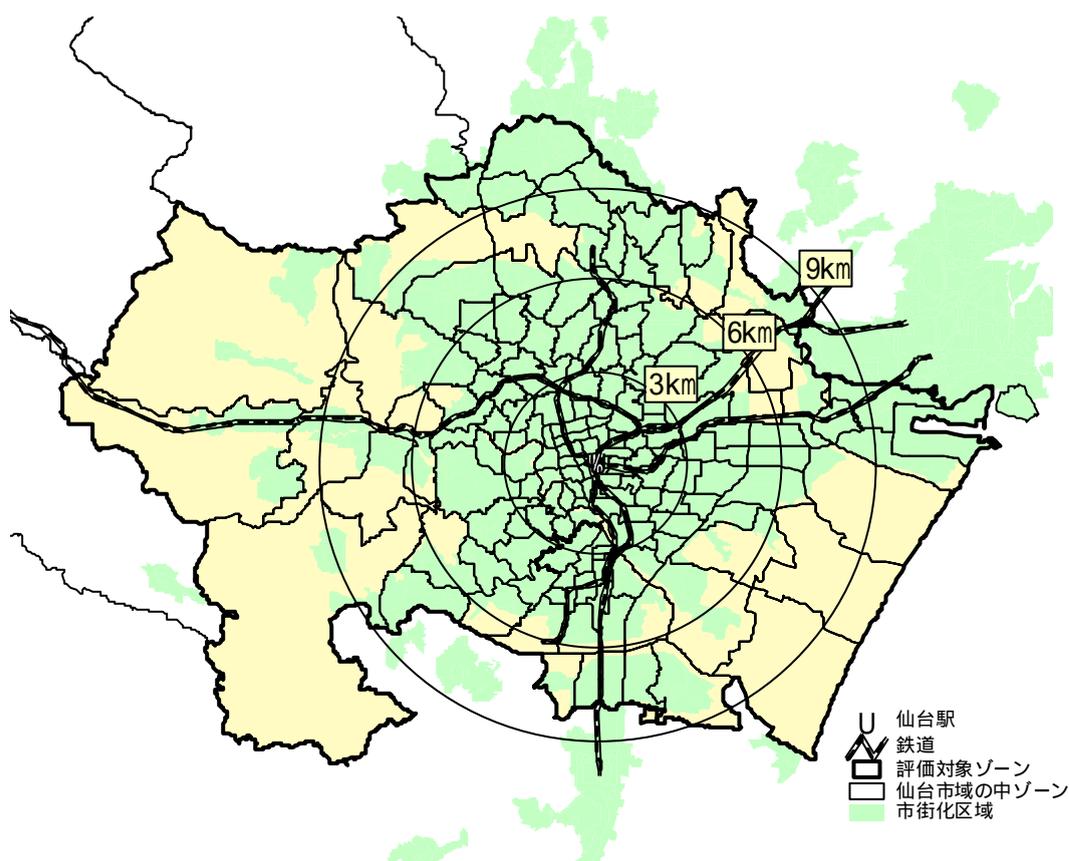


図 4-3 評価対象地域

(2) データ整備 (現況)

吉田モデルは、ゾーン属性値として、下表に示す環境属性のデータセットが必要となり、本研究会では、網がけのデータについて、データを整備した。

表 4-3 環境属性、個人属性のデータイメージ

区分	変数	定義	
環境属性	施設近接性	都心までの所要時間	Log[市役所までの自動車所要時間(分)]
		幼稚園までの所要時間	Log[最寄り幼稚園までの徒歩所要時間(分)]
		小学校までの所要時間	[最寄り小学校までの徒歩所要時間(分)] ²
		中学校までの所要時間	[最寄り中学校までの徒歩所要時間(分)] ²
		総合病院までの所要時間	[最寄り総合病院までの自動車所要時間(分)] ²
		鉄道駅までの所要時間	Log[最寄り鉄道駅までの自動車所要時間(分)]
		街区公園までの所要時間	[最寄り街区公園までの徒歩所要時間(分)] ²
		避難地までの所要時間	Log[最寄り避難地までの徒歩所要時間(分)]
		大規模店舗までの所要時間	Log[最寄り大型店までの自動車所要時間(分)]
	交通	幅員 5.5m 未満道路の線密度	幅員 3 ~ 5.5m 道路の線密度 (km/km ²)
		最寄バス停のバス本数/バス停までの距離	Log[最寄りバス停運行頻度(本)/バス停までの距離]
	自然	標高	Log[当該ゾーンの標高(m)]
		農地面積率	当該ゾーンの田畑の面積率
		河川敷面積率	
	建物・人口	グロス容積率	Log[当該ゾーンの建物延床面積/ゾーン面積]
		建物平均階数	Log[当該ゾーンにおける建物の平均階数]
工場床面積割合		当該ゾーンの建物延床面積に占める工場の割合	
人口密度		Log[当該ゾーンの人口密度(人/ha)]	
人口成長率		当該ゾーンの人口成長率(15年間)	
個人属性	個人家族	年齢ダミー(例: 60歳以上)	
		職業ダミー(例: 学生ダミー)	
		自動車保有ダミー	
	住居状況	一人当たり住宅広さ	
		住宅容積率	
		持ち家ダミー	
		集合住宅ダミー	

表 4-4 データの整備方法

変数名	データの出典と整備方法	備考
都心・総合病院・鉄道駅・大型店舗までの距離	施設位置はプロットし、ゾーン中心との所要時間を GIS による最短経路で計測	自動車による所要時間とし、各ケースで推計
幼稚園・小中学校・街区公園・避難地までの距離	施設位置はプロットし、施設圏域(ポロノイ)を GIS で作図し、平均移動距離を計測	徒歩による所要時間とし、各ケース固定
幅員 5.5m 道路密度	DRM から GIS による図上計測	各ケースで固定
バスの利便性	施設位置はプロット、GIS による図上計測	各ケースで固定
農地面積率	都市計画基礎調査	各ケースで固定
容積率	都市計画基礎調査	各ケースで固定
建物平均階数	都市計画基礎調査	各ケースで固定
工場床面積割合	都市計画基礎調査	各ケースで固定
人口密度	シミュレーションによる計測	各ケースで推計
人口成長率	シミュレーションによる計測	H9 ~ H32 人口成長率で各ケースで推計

(3) データ整備(施設への近接性データ)

最寄り施設への距離は、各ゾーンにゾーン中心を設定し、そこから対象施設へ最も短い距離を基本とするが、当該ゾーン内の対象施設については、ゾーンの広さを考慮し、施設の「勢力圏」(Voronoi 図)を描き、Voronoi 図から地域内距離を算定した。

Voronoi 図とは、地点(施設)間の垂直二等分線によって囲まれた領域で表現され、幾何学的な施設の勢力圏を表す。

地域内距離は、谷村秀彦他著「都市計画数理」に基づき、Voronoi 領域の周長 L に対して、地域内移動距離 r は $0.13 \times L$ と設定した。

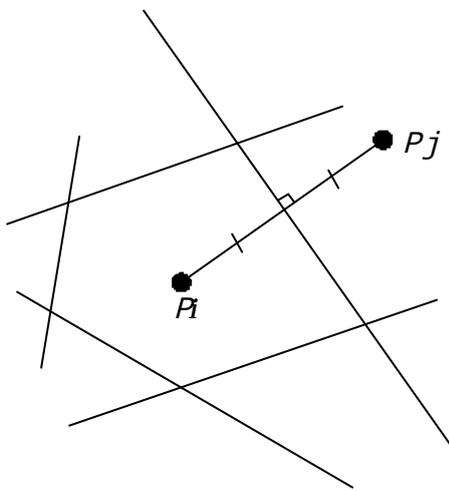


図 4-4 垂直二等分線

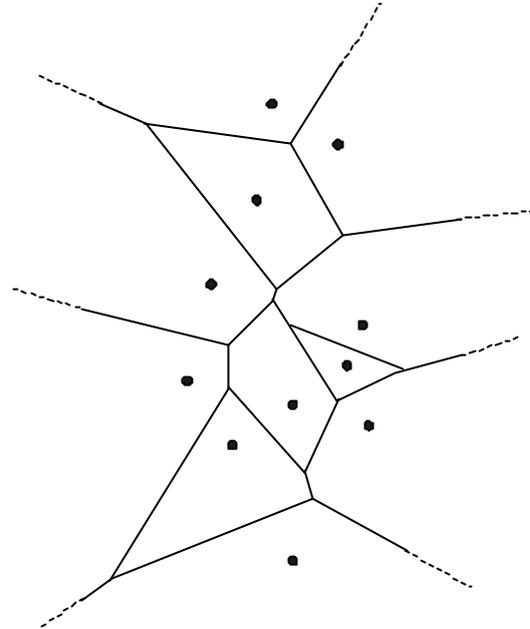


図 4-5 Voronoi 領域図

表 4-5 変数とデータ整備状況

変数名	対象地域内の施設数
都心までの距離	-
幼稚園までの距離	7 8 箇所
小学校までの距離	1 1 5 箇所
中学校までの距離	5 9 箇所
総合病院までの距離	5 9 箇所
鉄道駅までの距離	3 9 箇所
大型店舗までの距離	2 3 5 箇所
街区公園までの距離	1 5 5 箇所
避難地までの距離	1 2 8 5 箇所

施設近接性のデータ整備例



図 4-6 ゾーンと Voronoi 図 (小学校位置)

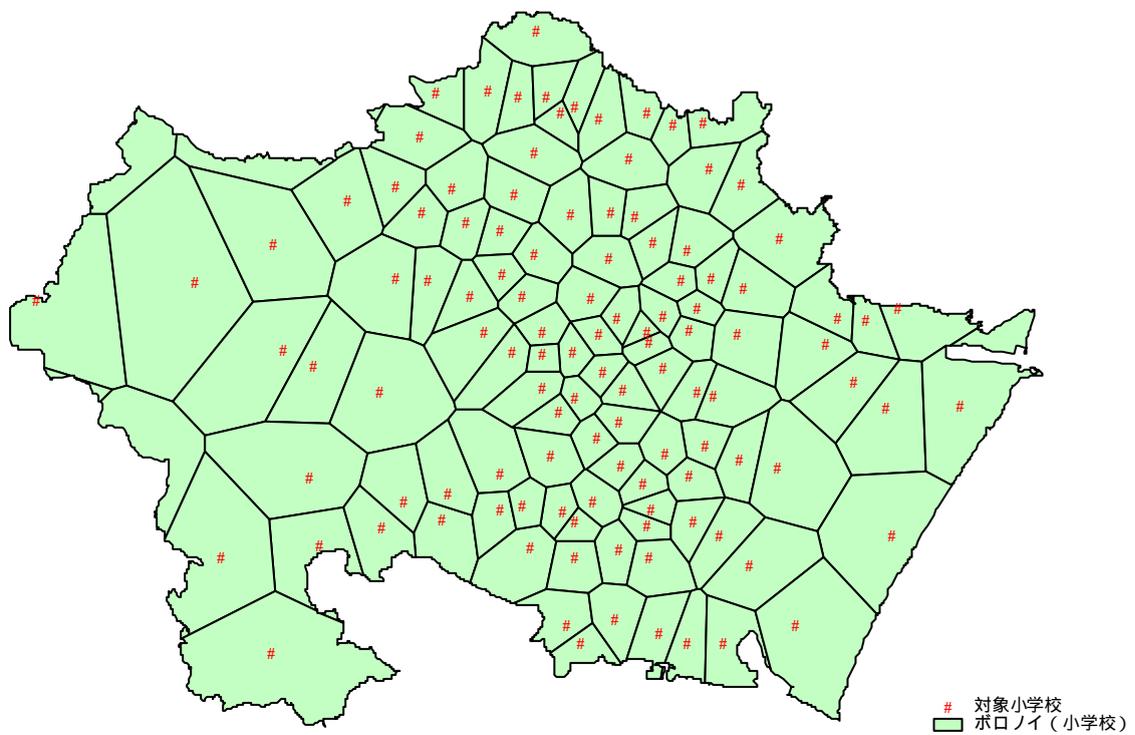


図 4-7 Voronoi 図 (小学校)

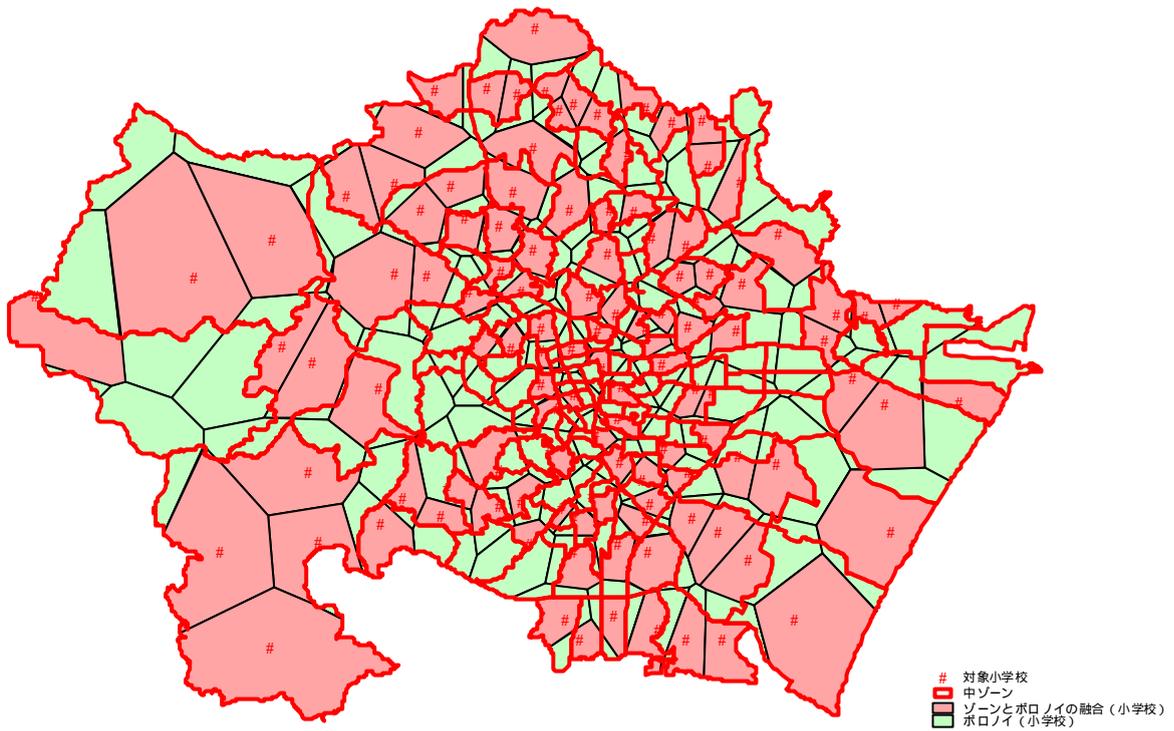


図 4-8 周長算定の対象 Voronoi 図 (小学校)

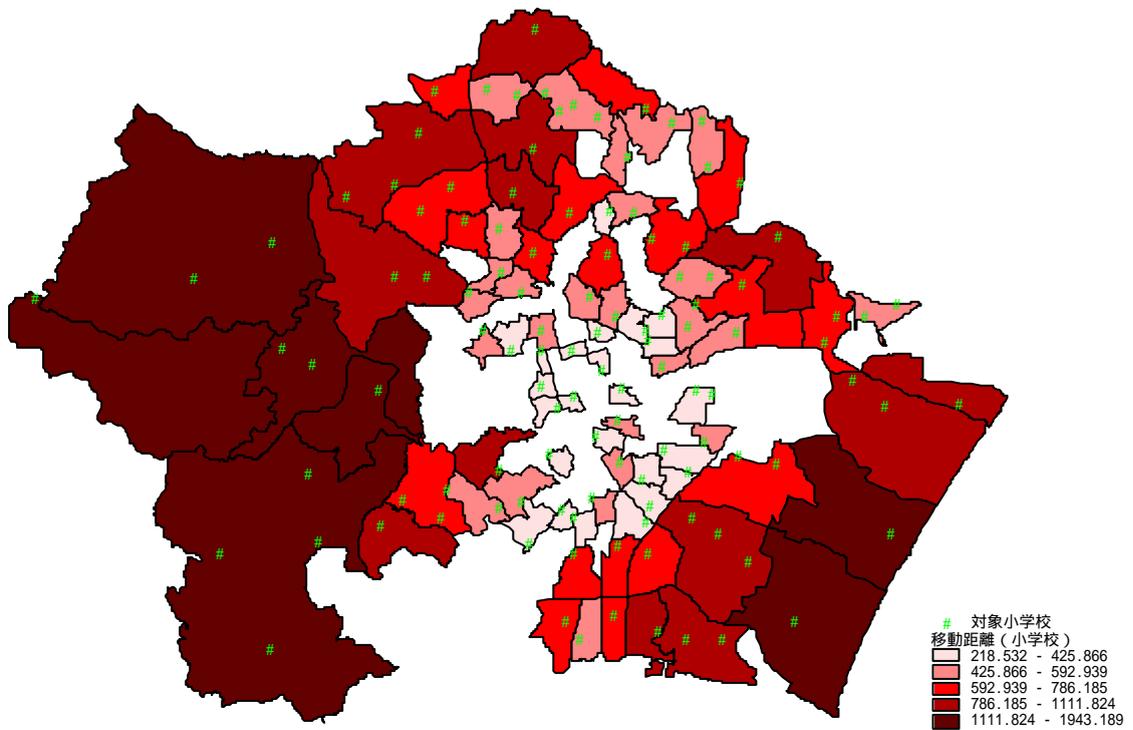


図 4-9 Voronoi 図による移動距離 (小学校)

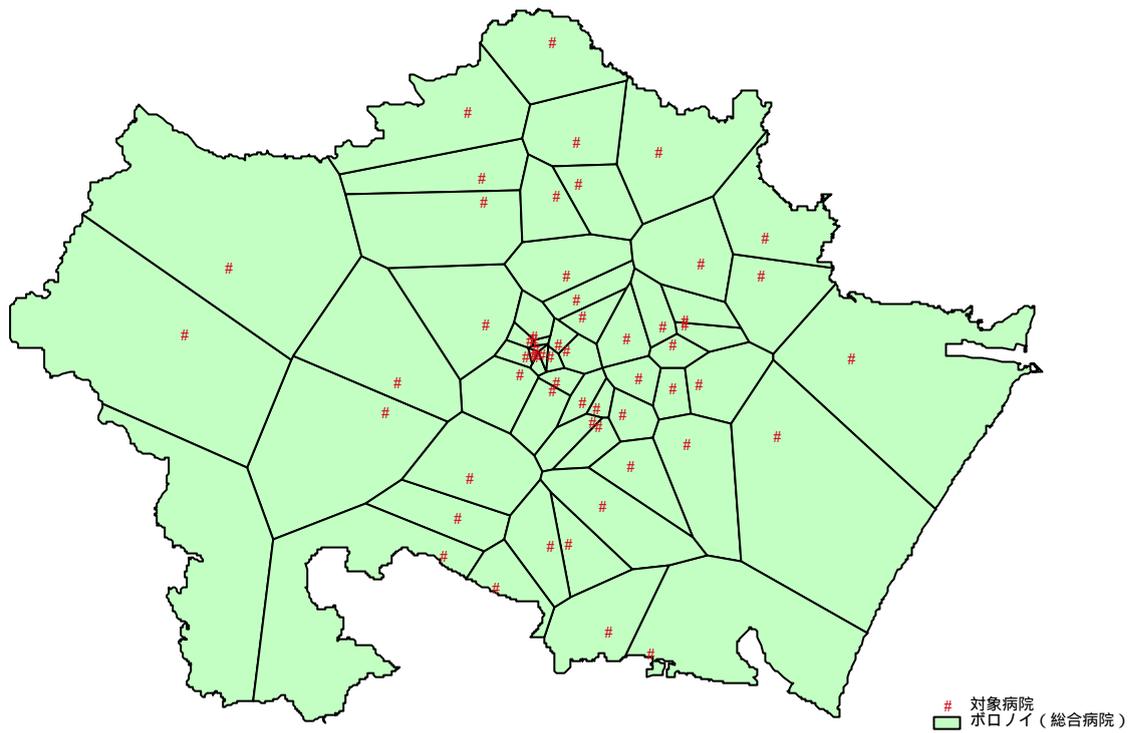
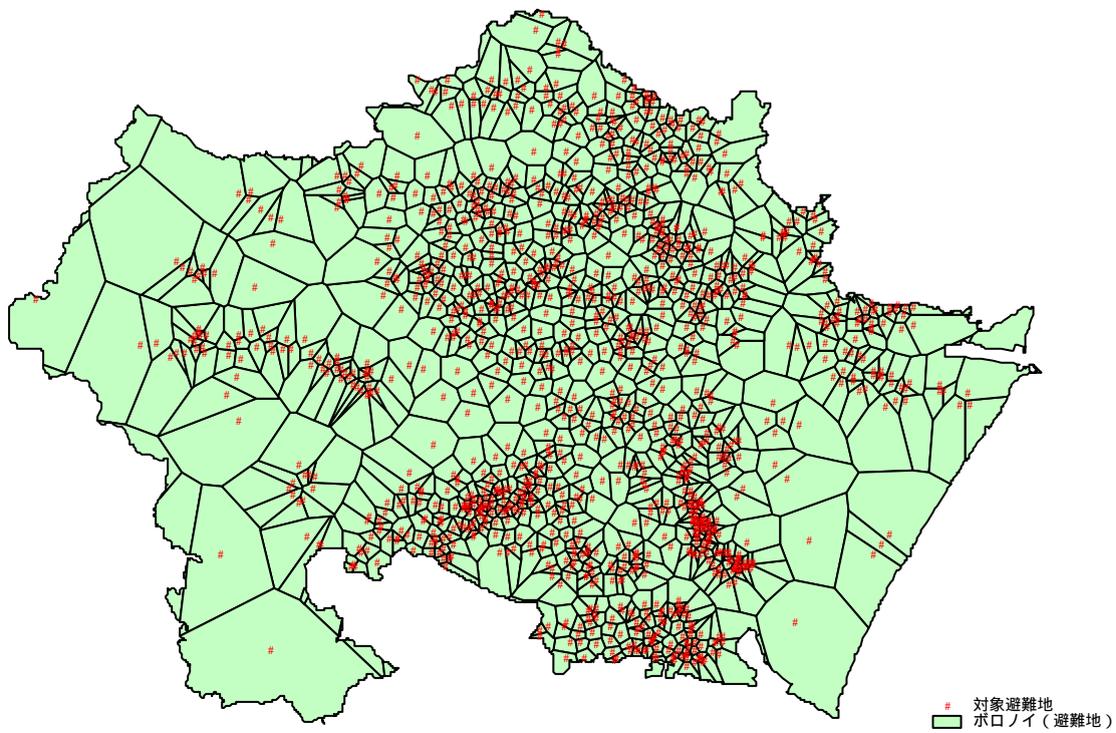


図 4-10 総合病院の Voronoi 図



避難地：小中学校、高校、大学、公園

図 4-11 避難地の Voronoi 図

4 - 4 . 評価方法

(1) 評価の適用パラメータ

本研究では、データ整備が可能な変数と、シミュレーションにより計測可能な変数から、生活の質を評価することとした。

本研究では、表のとおり「利便性」「安全性」「快適性」を評価対象とするが、「快適性」について、本シミュレーション上では変数がないので施策評価が困難であり、ここでは、利便性と安全性を中心にシミュレーション結果を整理した。

本研究の「利便性」は近接性を表現し、「安全性」は、人口密度や人口成長率の変動を表現していることから、防犯、防災面を評価するものとなっている。

表 4-6 生活の質パラメータ

	利便性	快適性	安全性
都心までの所要時間(自動車)	-0.0844		
幼稚園までの所要時間(徒歩)	-0.0453		
小学校までの所要時間(徒歩)	-0.0779		
中学校までの所要時間(徒歩)	-0.0366		
総合病院までの所要時間(自動車)	-0.1147		
鉄道駅までの所要時間(自動車)	-0.0774		
大規模店舗までの所要時間(自動車)	-0.2491		
街区公園までの所要時間(徒歩)			-0.0570
避難地までの所要時間(徒歩)			-0.0413
幅員5.5m未満道路の線密度			0.0926
最寄りバス停のバス本数/バス停までの距離	0.0700		
標高		0.0905	
農地面積率		0.0633	
グロス容積率		-0.2031	
建物平均階数			-0.0429
工場床面積割合			-0.0477
人口密度			-0.1012
人口成長率			-0.0555

網がけの変数が、シミュレーションにより変数が変化する部分

(2) 評価フロー

上記のパラメータにより推計される利便性の評価値、安全性の評価値を、それぞれ偏差値で表現し、地域別の比較を行った。

$$\text{偏差値} = (\text{ゾーン評価点} - \text{対象ゾーン平均値}) / \text{標準偏差} \times 10 + 50$$

また、各ケースの比較においては、夜間人口を加味して、評価を行った。

$$((\text{偏差値} \times \text{当該ゾーン夜間人口})) / (\text{評価対象ゾーン夜間人口})$$

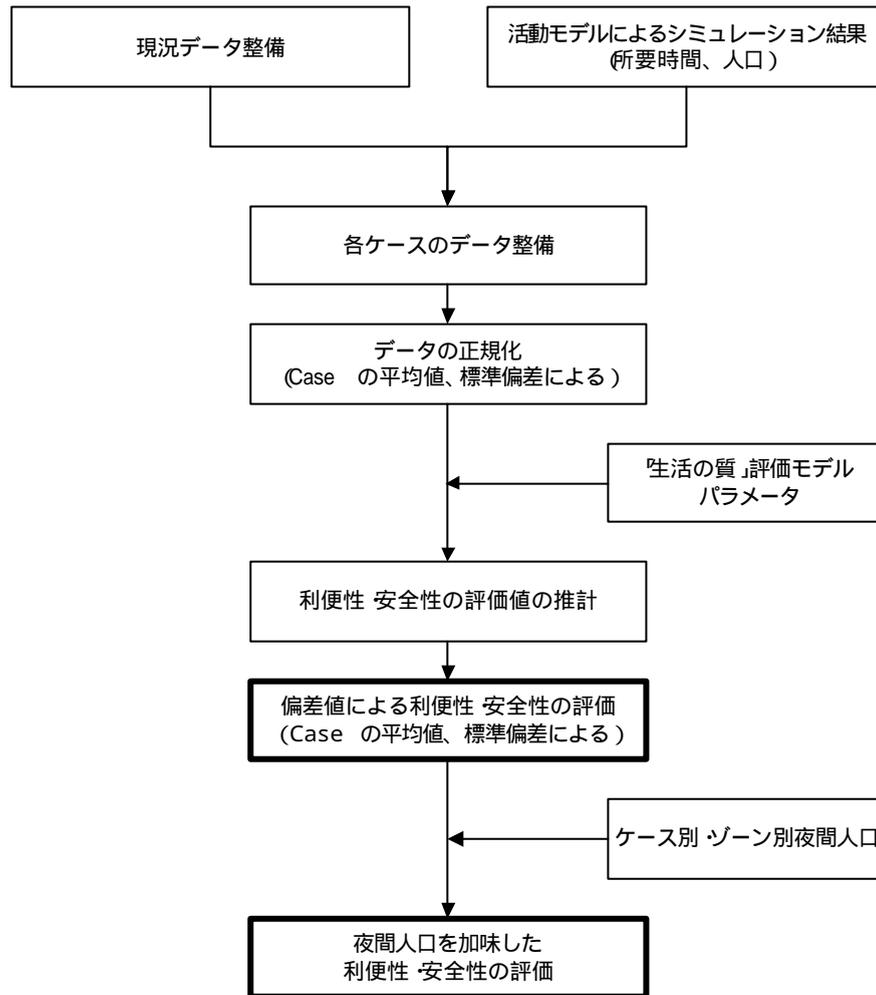


図 4-12 評価フロー

4 - 5 . シミュレーション結果

(1) 現況の評価結果

利便性は、都心部で特に高く、鉄道沿線のゾーンを中心に高い評価となっている。

安全性は、都心部周辺と東部の郊外で低く、幅員 5.5m道路の線密度が住宅地でやや高い評価となっている。

利便性 (現況)

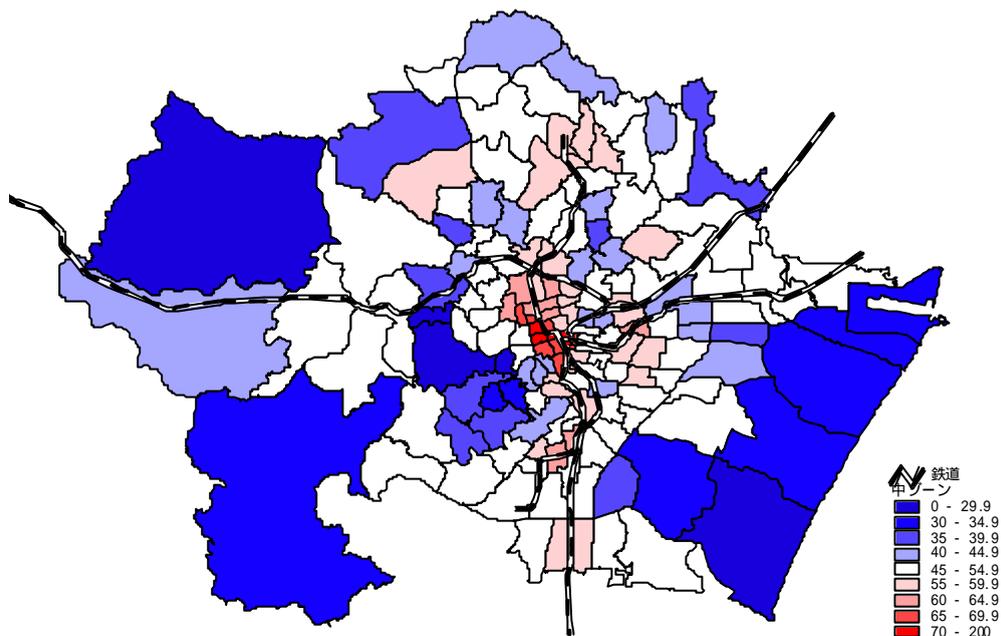


図 4-13 シミュレーション結果 (現況・利便性)

安全性 (現況)

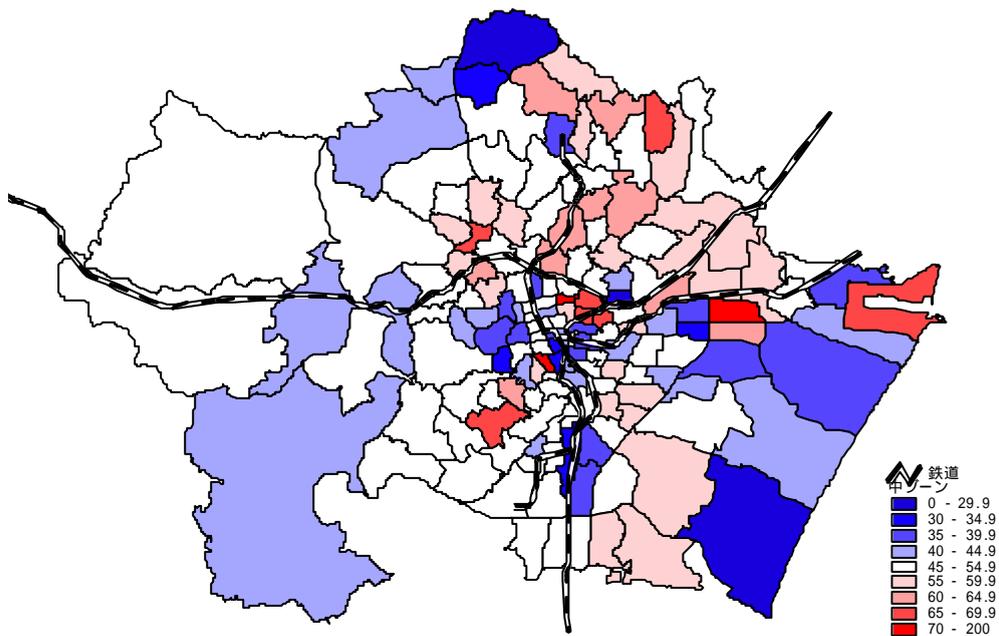


図 4-14 シミュレーション結果 (現況・安全性)

<参考> 快適性の評価（H9）

快適性（現況）

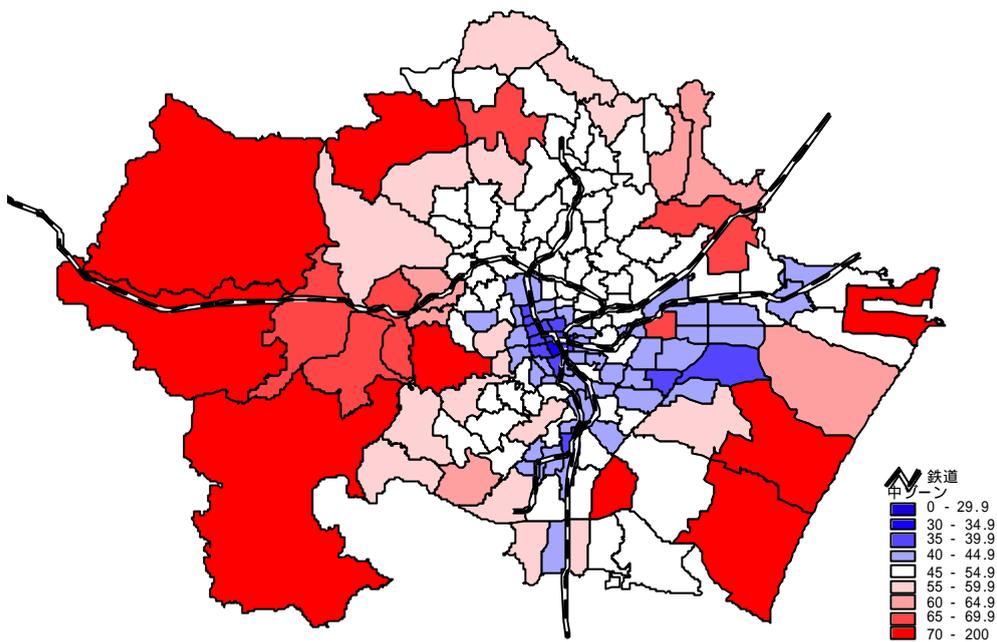
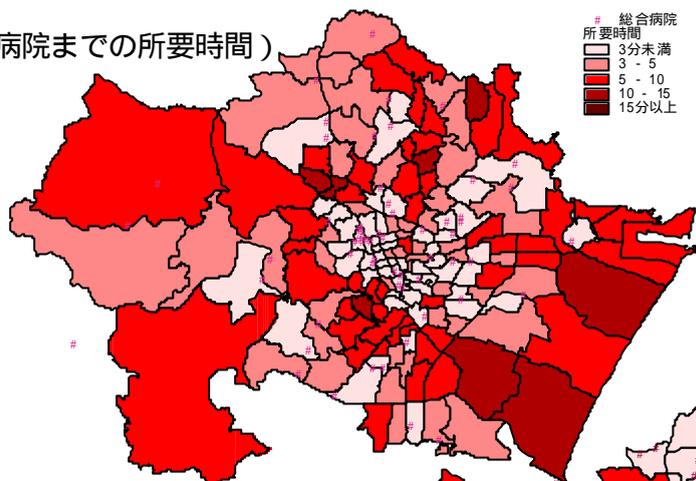


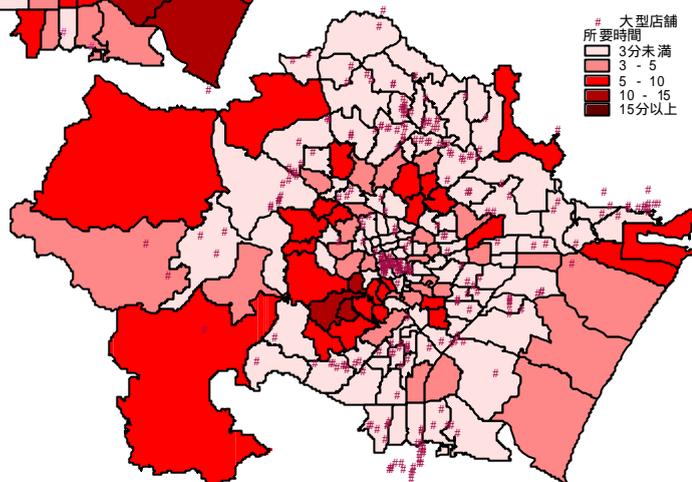
図 4-15 シミュレーション結果（現況・快適性）

<参考> 各指標のゾーン評価

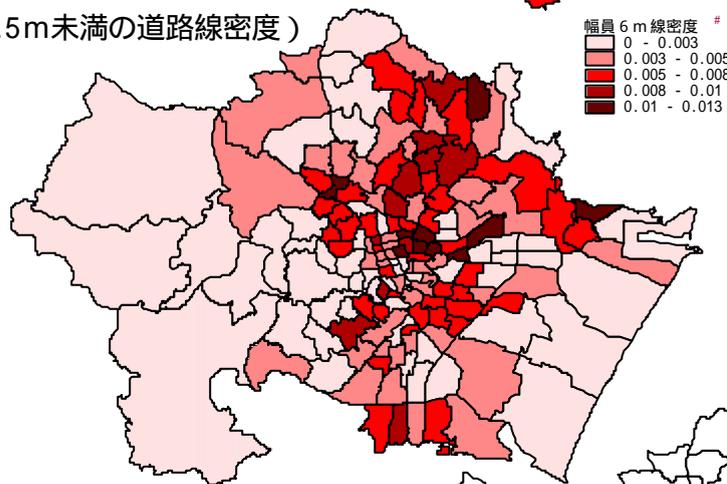
(総合病院までの所要時間)



(大型店までの所要時間)



(幅員 5.5m未満の道路線密度)



(バスの利便性)

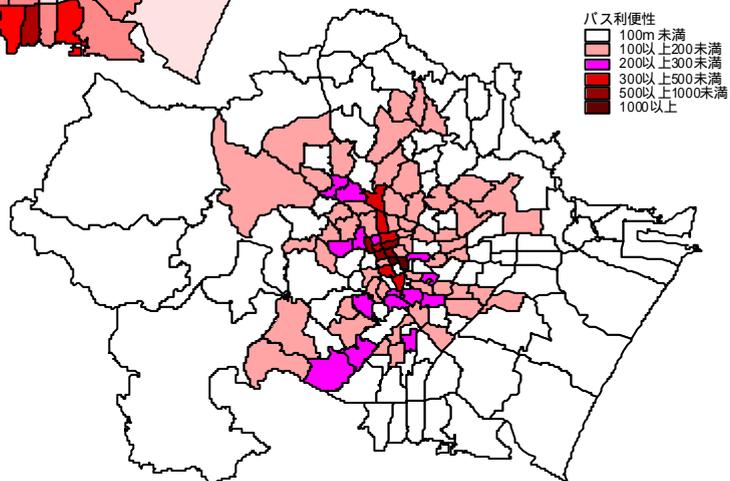


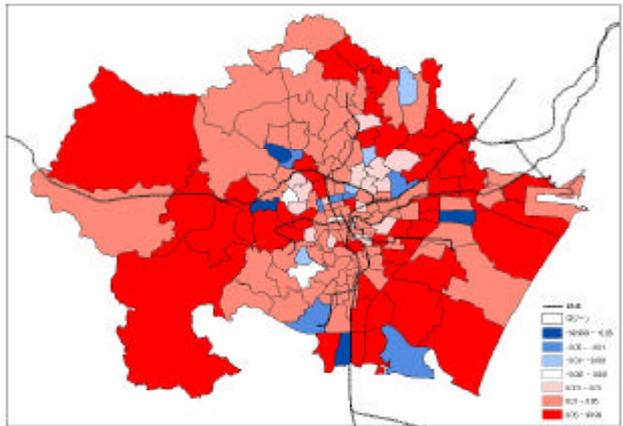
図 4-16 各指標のゾーン評価

(2) 将来の評価結果

利便性対 Case

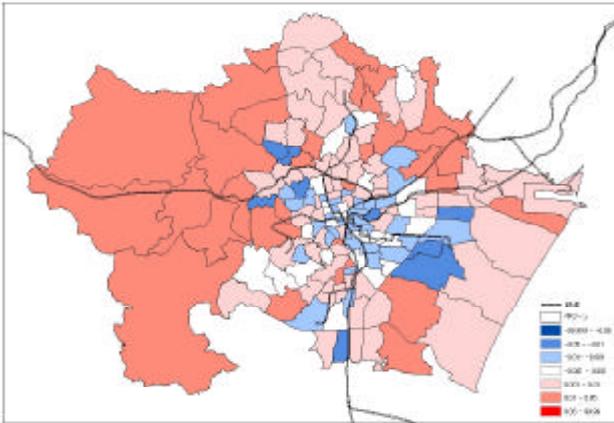
右図は、Case に対する利便性の変化を表したものである。

Case (趨勢型) と比べて、Case (都心居住型) では郊外部で相対的に高くなり、Case (副都心型) では利便性が低下する地域が広がっている。

都市構造 / 施策	趨勢型
なし	<p style="text-align: center;">Case</p>  <p style="text-align: center;">本ケースを基準に他ケースを比較する。</p>
公共交通 施策	<p style="text-align: center;">(Case -1) (Case)</p> 
TDM、 道路施策	

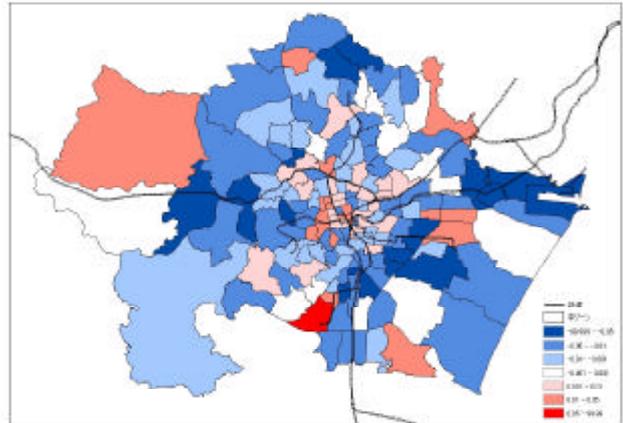
都心居住型

Case - Case

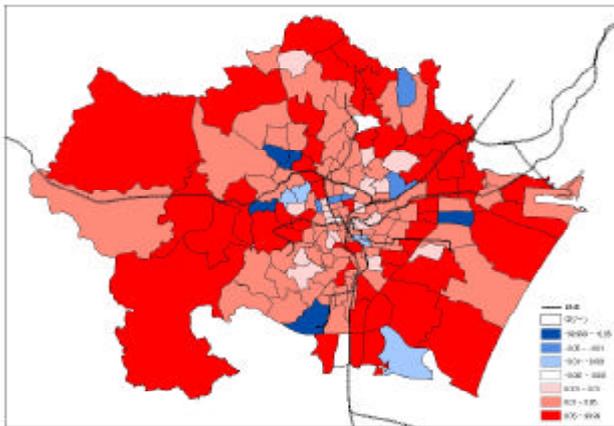


副都心型

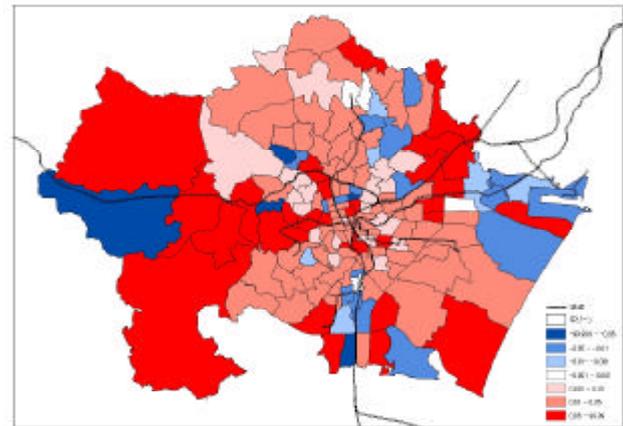
Case - Case



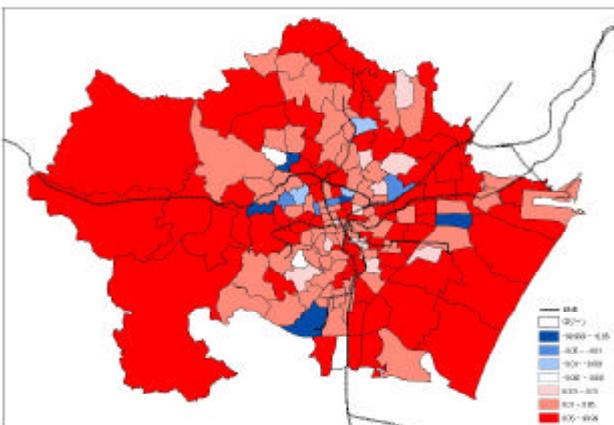
(Case -1) - (Case)



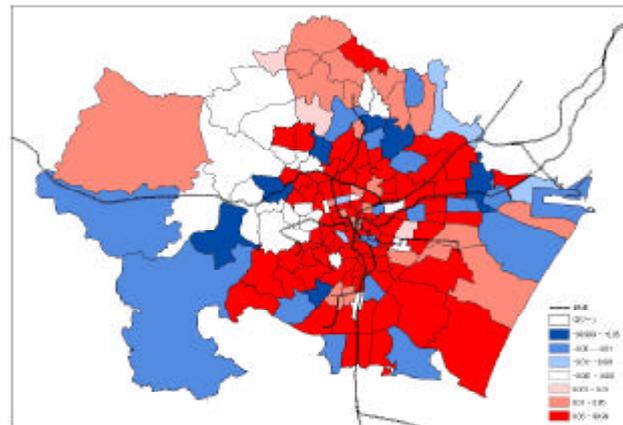
(Case -1) - (Case)



(Case -2) - (Case)



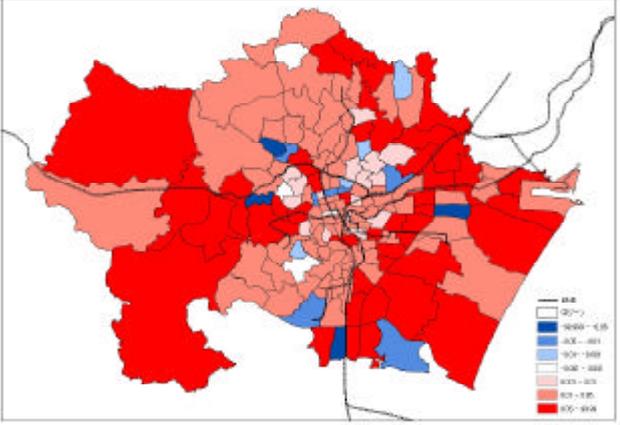
(Case -2) - (Case)



利便性対各 Case (Case 、)

右図は、施策なしのケース (Case 、 Case 、 Case) に対して、同じ都市構造下の施策導入による利便性の変化を表したものである。

公共交通施策を行うことにより、利便性が向上している。

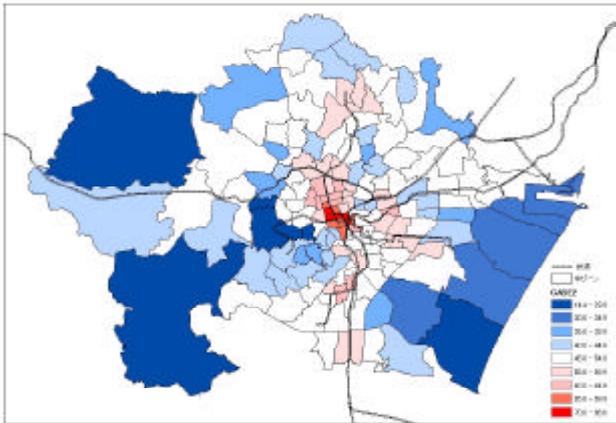
都市構造 / 施策	趨勢型
なし	<p data-bbox="1070 309 1134 338">Case</p>  <p data-bbox="810 846 1406 875">本ケースを基準に Case の交通施策を比較する</p>
公共交通施策	<p data-bbox="948 909 1289 938">(Case -1) (Case)</p> 
TDM、道路施策	

都心居住型

副都心型

Case

Case

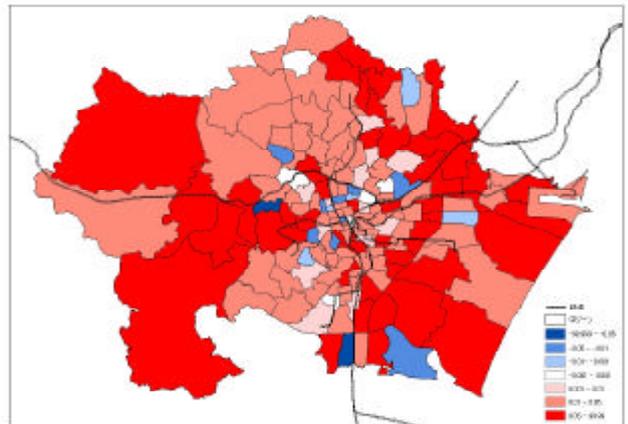
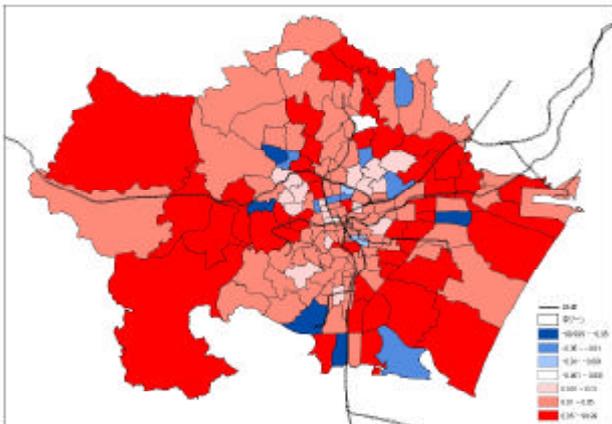


本ケースを基準にCase 1 の交通施策を比較する

本ケースを基準にCase 1 の交通施策を比較する

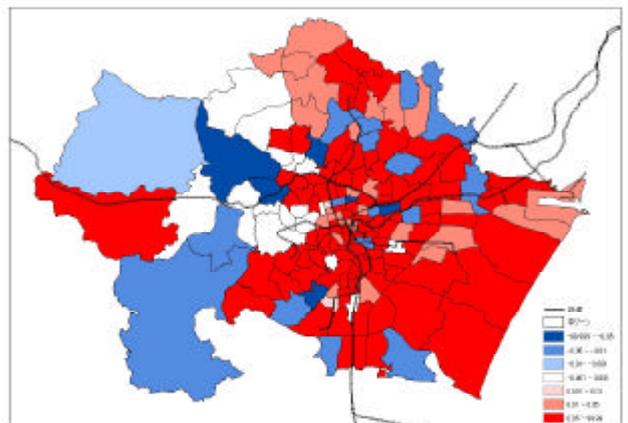
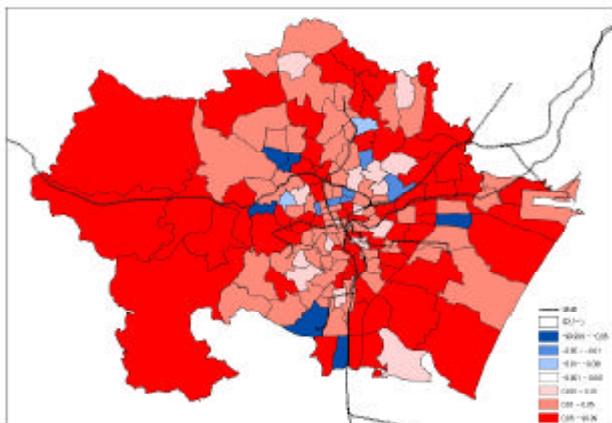
(Case -1) - (Case 1)

(Case -1) - (Case 1)



(Case -2) - (Case 1)

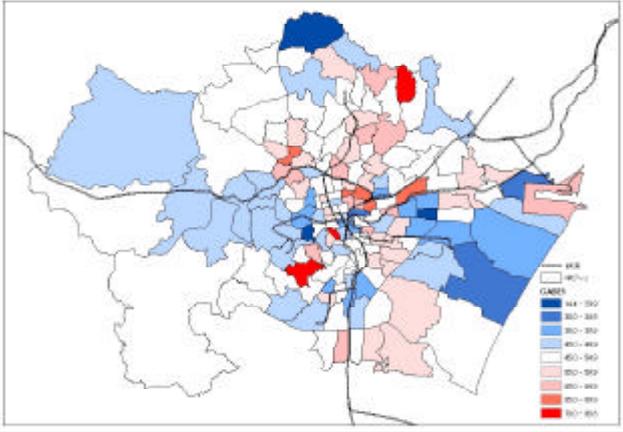
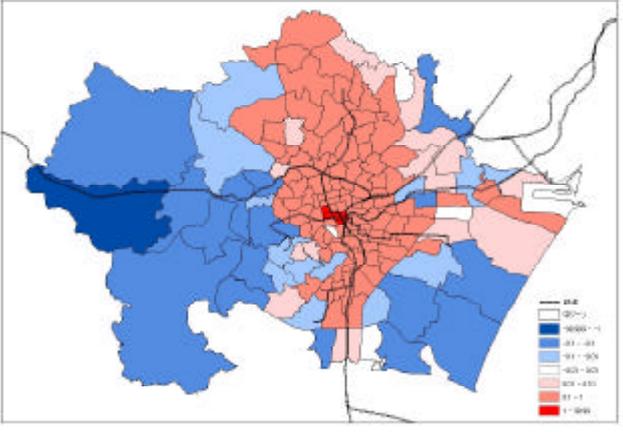
(Case -2) - (Case 1)



安全性対 Case

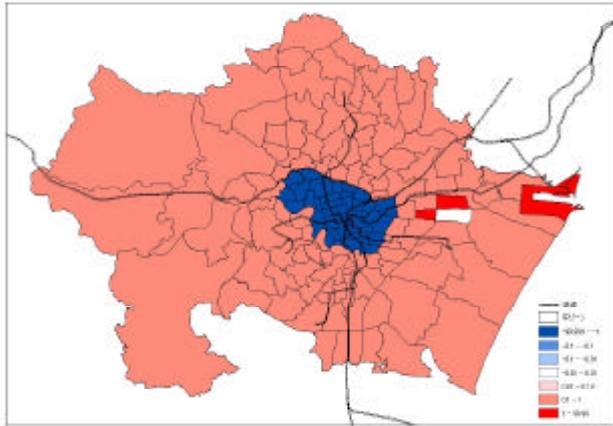
右図は、Case（趨勢型）に対する安全性の変化を表したものである。

Case（都心居住型）では人口が集中することにより、都心部の安全性が低下している。一方、Case（副都心型）では副都心の安全性が低下している。

都市構造 / 施策	趨勢型
なし	<p style="text-align: center;">Case</p>  <p style="text-align: center;">本ケースを基準に他ケースを比較する。</p>
公共交通 施策	<p style="text-align: center;">(Case -1) (Case)</p> 
TDM、 道路施策	

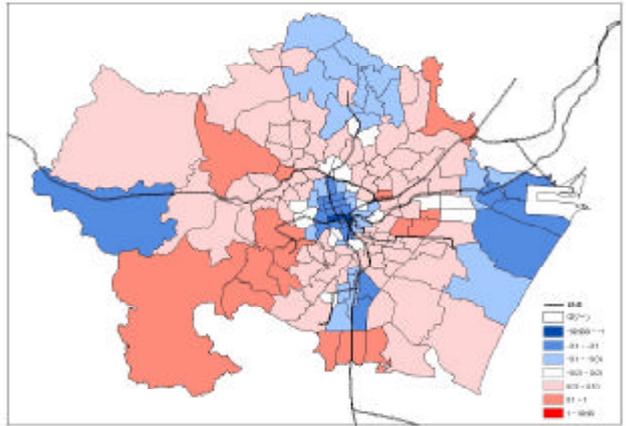
都心居住型

Case - Case

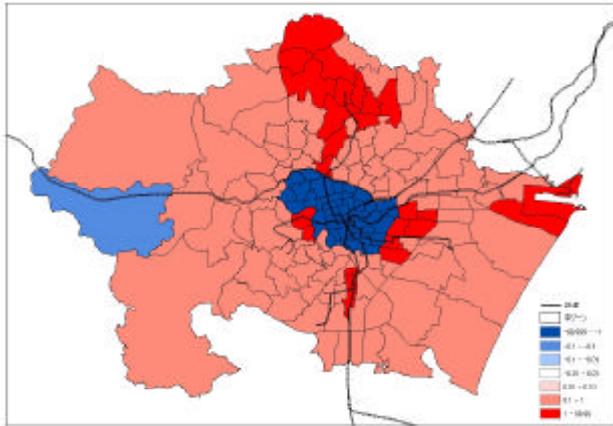


副都心型

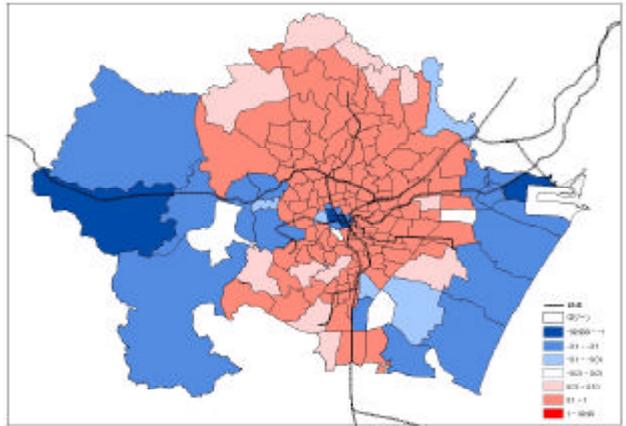
Case - Case



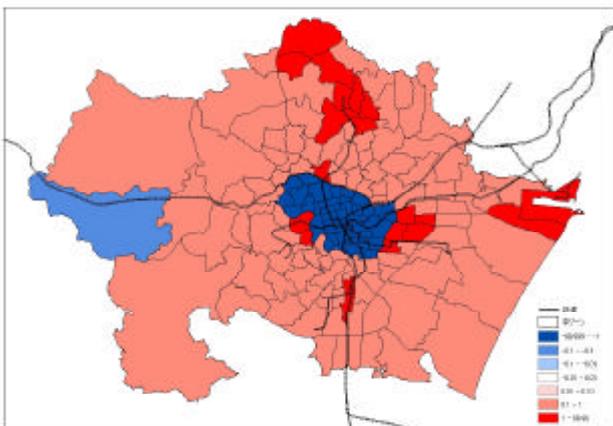
(Case -1) - (Case)



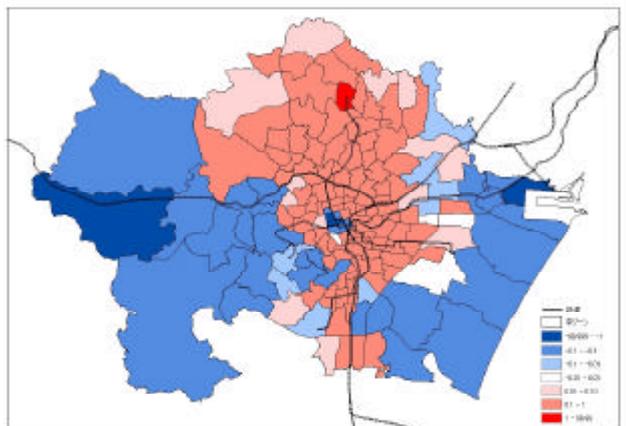
(Case -1) - (Case)



(Case -2) - (Case)



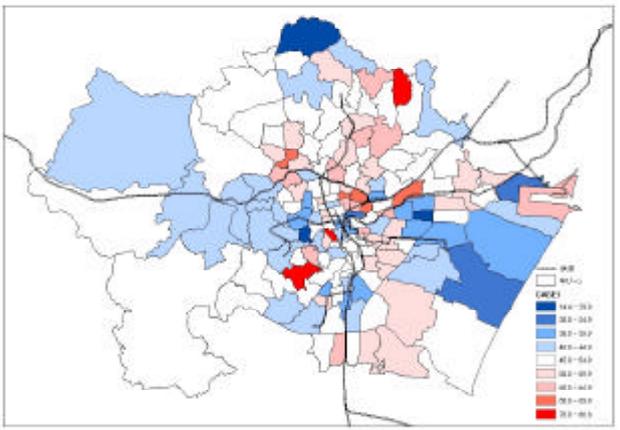
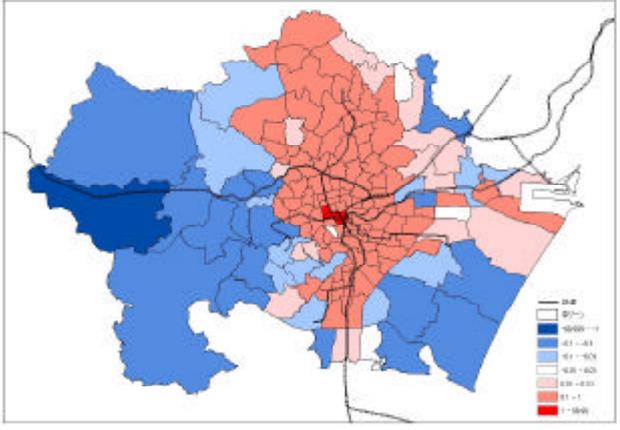
(Case -2) - (Case)



安全性対各 Case (Case 、 、)

右図は、施策なしのケース (Case 、 Case 、 Case) に対して、同じ都市構造下の施策導入による安全性の変化を表したものである。

公共交通施策を行うことにより鉄道沿線地域の安全性が高まっている。

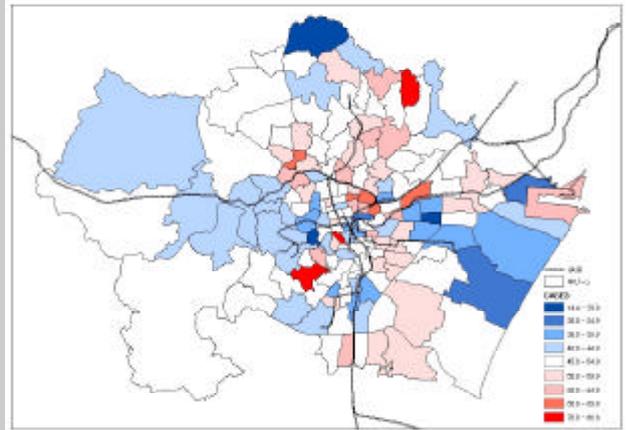
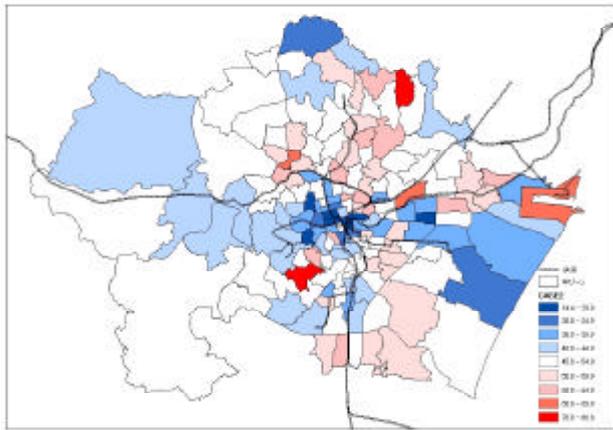
都市構造 / 施策	趨勢型
なし	<p data-bbox="1070 309 1134 338">Case</p>  <p data-bbox="810 846 1406 875">本ケースを基準に Case の交通施策を比較する</p>
公共交通施策	<p data-bbox="948 904 1289 934">(Case -1) (Case)</p> 
TDM、道路施策	

都心居住型

副都心型

Case

Case

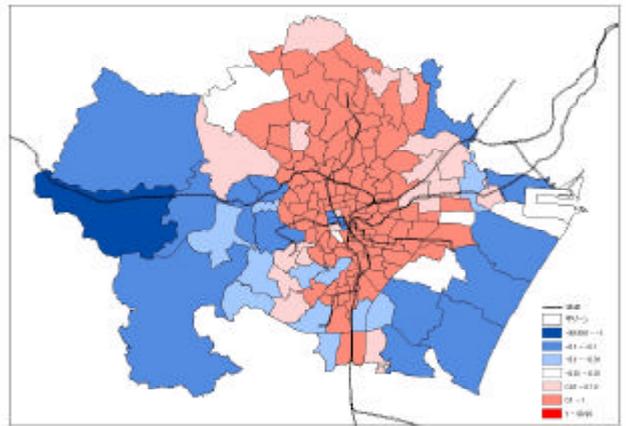
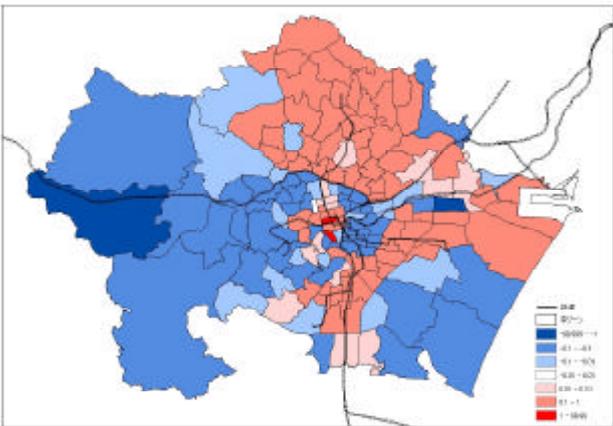


本ケースを基準にCase の交通施策を比較する

本ケースを基準にCase の交通施策を比較する

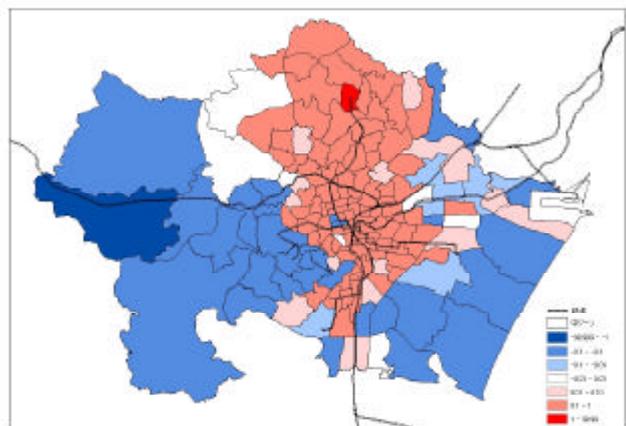
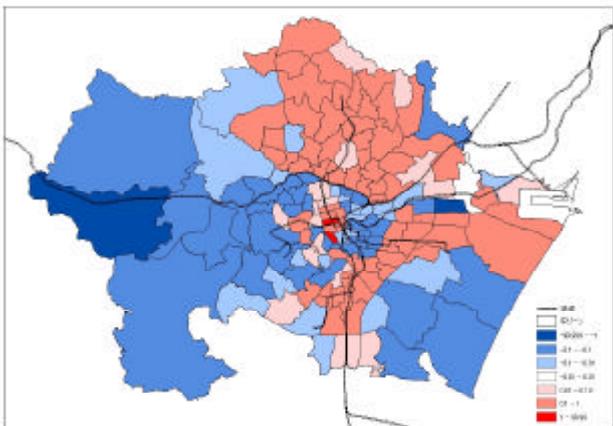
(Case -1) - (Case)

(Case -1) - (Case)



(Case -2) - (Case)

(Case -2) - (Case)



夜間人口を加味した評価

ゾーン別夜間人口で加重平均し、利便性及び安全性の評価値を算出した。

$$\text{人口加味した評価} = (\text{ゾーン別偏差値} \times \text{夜間人口}) / \text{評価対象ゾーン夜間人口計}$$

下図は、Case（都心居住型）に対する差分を示している。

都心居住型では利便性が高いが、安全性が低くなっている。

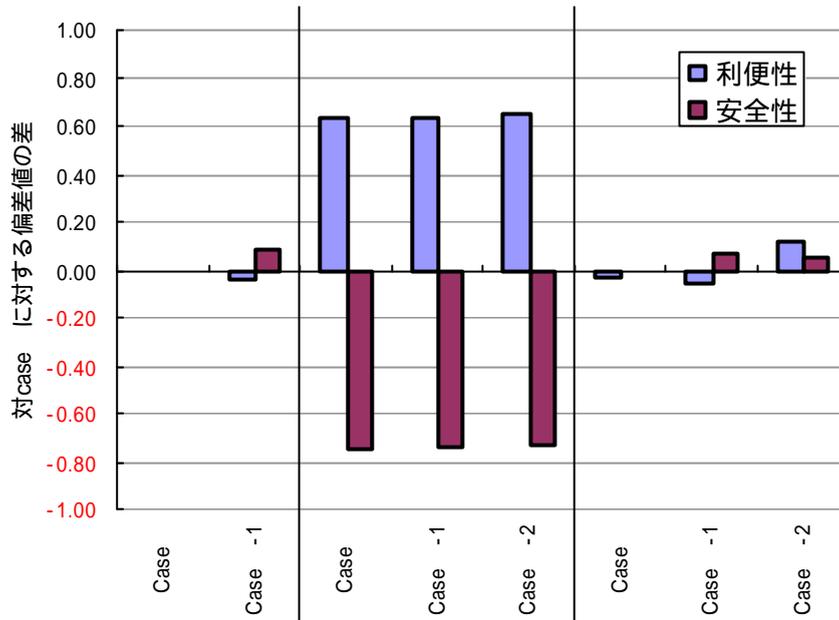


図 4-17 夜間人口を加味した評価

<参考> 評価対象地域の夜間人口

- ・活動モデルにより、各ケースで夜間人口が異なる。
- ・交通施策なしの場合と比べ、公共交通施策を導入したケースは、都市圏全域のアクセシビリティが向上し、夜間人口が拡散するため、評価対象地域人口はやや減少する。

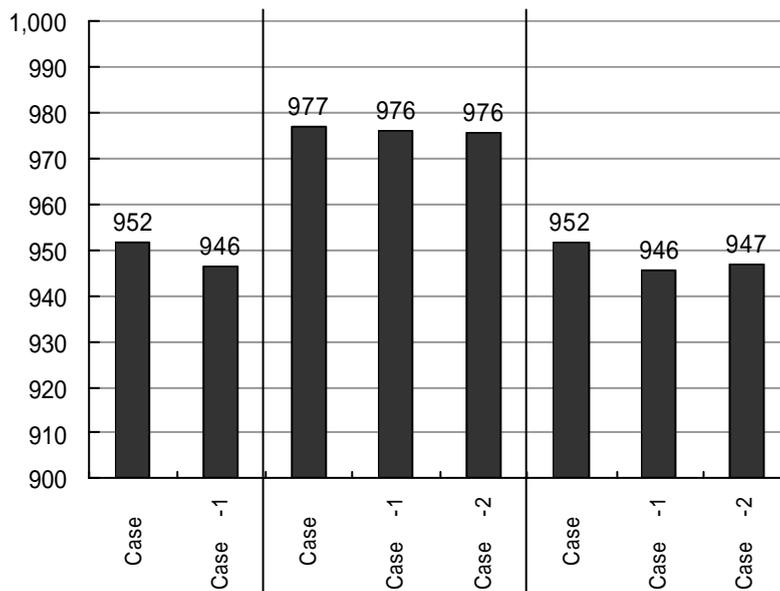


図 4-18 評価対象地域の夜間人口

4 - 6 . 課 題

(1) 生活の質評価モデルの課題

騒音や NO_x 濃度などの環境面の指標が、生活の質評価モデルに反映されていないため、今後は、環境面の変数を直接組み込んだ交通環境の評価にふさわしい生活の質評価モデルを構築していく必要がある。

本研究では、「利便性」の評価が中心となったが、都市構造と連動した都市環境を表す変数又はサブモデルを組み込み、「快適性」「安全性」の評価を、より充実させることが必要である。

(2) その他のモデルの課題

活動モデルから推計される各種の指標（例：交通利便性と都市空間の魅力を表現したアクセシビリティ指標、目的別ゾーン所要時間、混雑度など）を反映させて、活動モデルとの連携を強め、施策評価をより充実させることが必要である。

また、活動モデルでは、交通面の鉄道の混雑率などを推計し、過密による不便益を変数に組み込むことも必要である。

<参考> 「一人あたり住宅面積」を活用した生活の質「快適性」評価について

(1) 趣旨

経済モデルより得られる「1人あたり住宅面積」を用いて、生活の質「快適性」を評価した。

(2) 推計方法

以下に快適性評価の手順を示す。

手順1

経済モデルより下式の一人当り住宅需要関数が得られる。住宅面積は、所得水準(I)と地価水準(r)により決定される。更に地価水準はゾーン別夜間人口に影響を受ける構造となる。これら変数がケース別に变化すれば、住宅広さも变化する。

$$h_i = a_h I / r_i$$

ここで、 a_h : 家計の住宅支出シェア、 I : 世帯収入、 h_i : 1人あたり住宅面積、 r_i : ゾーン i 地価
上式は以下の関係がある。

- ・ 所得が増加すれば、住宅面積は増加する。
- ・ 地価が増加すれば、住宅面積は減少する。

手順2

- ・ 手順1で得られる住宅広さは実績値を反映していない計算値なので、そのままは利用できない。
- ・ 代わりに、H9 都市計画基礎調査の1人あたり住宅面積(実績値: H)を Case I の住宅面積と見なし、手順1から得られる Case I 住宅面積と各ケース住宅面積の比率を掛ける($H * h$ 各 Case / h Case I)ことで、各ケースの住宅面積を算定する。

手順3

- ・ ケース別に「快適性」を推計する。

(3) パラメータ

快適性を評価するパラメータは、下表の通りである。1人当たり住宅面積広さが増加するに従い、快適性は増加する。

表 4-7 生活の質パラメータ

	利便性	快適性	安全性
都心までの所要時間(自動車)	-0.0844		
幼稚園までの所要時間(徒歩)	-0.0453		
小学校までの所要時間(徒歩)	-0.0779		
中学校までの所要時間(徒歩)	-0.0366		
総合病院までの所要時間(自動車)	-0.1147		
鉄道駅までの所要時間(自動車)	-0.0774		
大規模店舗までの所要時間(自動車)	-0.2491		
街区公園までの所要時間(徒歩)			-0.0570
避難地までの所要時間(徒歩)			-0.0413
幅員5.5m未満道路の線密度			0.0926
最寄りバス停のバス本数/バス停までの距離	0.0700		
標高		0.0905	
農地面積率		0.0633	
グロス容積率		-0.2031	
建物平均階数			-0.0429
工場床面積割合			-0.0477
人口密度			-0.1012
人口成長率			-0.0555
一人あたり住宅面積		0.0574	

(4) 推計結果

快適性の評価結果を、Case 1 に対する各ケースの増減で示す。

快適性は、人口が都心部に集中する Case によりは、人口の分散化が生じる Case、Case において、1人当たり住宅面積広さが拡大し、快適性が向上する結果となる。

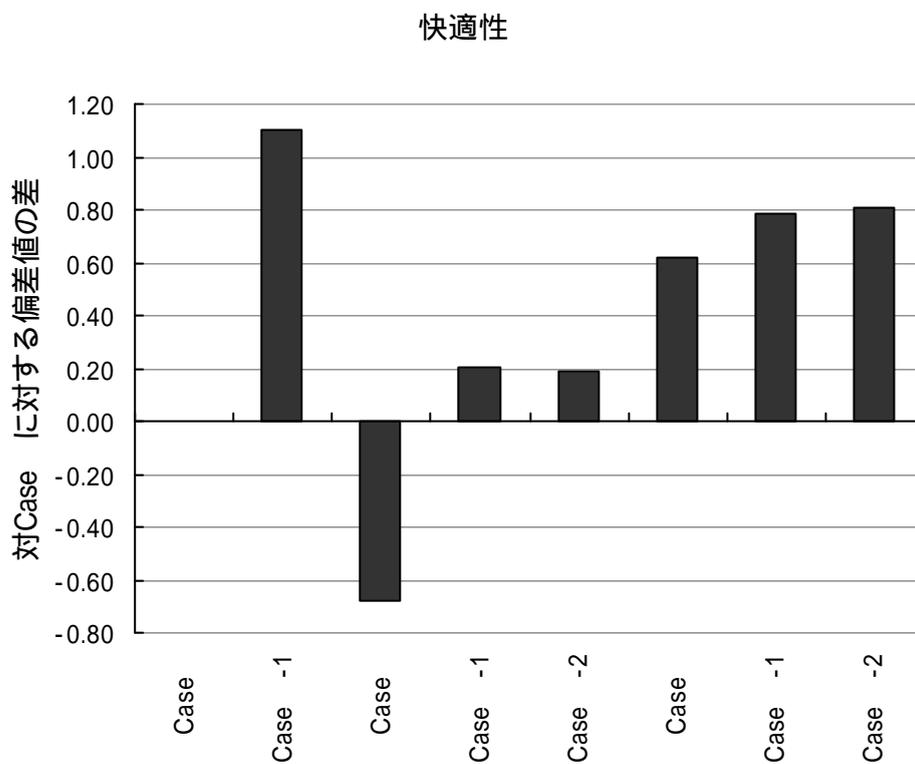


図 4-19 ケース別都市圏合計快適性評価

第 5 章 . 経済評価モデルの構築

第5章．経済評価モデルの構築

5 - 1．分析手法について

(1) モデル構築の目的

環境負荷の軽減を図るための自動車利用抑制策や郊外開発抑制は、交通面では優れていても、経済面には場合によっては不利益をもたらすことも想定される。本研究では、施策を総合的な観点から評価できるよう、地域経済活動（産業、家計）に関わる経済評価モデルの開発を行い、経済的側面からの都市構造及び交通施策の効果を定量的に評価するモデルを構築する。

(2) 分析手法の選定

既存の都市構造・交通施策が地域経済へ与える影響分析を整理し、本研究で適用する経済分析手法を選定する。

交通施策の変化による地域経済・都市構造への影響を把握する手法としては、システムダイナミクス(SD : System Dynamics)、計量経済分析、応用一般均衡分析(CGE : Computable General Equilibrium)が挙げられる。

各分析の手法と項目別の特徴は下表の通りである。これにより3つの分析手法の長・短所を把握し、本調査への適用可能性について検討する。

表 5-1 分析手法の特徴比較

	応用一般均衡 (CGE) 分析	システムダイナミクス (SD)	計量経済分析
分析の特徴	ミクロ経済学による一般均衡分析を数値的に解析する。	社会システムを定性的な因果関係で表し、動的システムの構築により、時系列的な社会経済指標の把握を目的とする手法。	計量経済学を基礎に、現況データから構造式を推定することでシステムを構築し、時系列的な経済指標の推移を把握する。
都市内ゾーン分析に向くか			× ゾーンのデータ制約がある
因果関係の理論性	因果関係は経済理論により厳密に決定される	×	因果関係の構築は分析者に依存するが、統計的有意でない関係は棄却される
分析の難易度	理論モデル構築のため難	因果関係決定が重要	因果関係を決めデータによる推計が必要
時系列分析の把握	理論モデル構築のため難		
評価指標	純生産・地価水準・CV, EV 等	人口推移, 総生産推移 等	人口推移, 総生産推移 等

本調査は仙台都市圏 236 ゾーン単位での分析を基本とするが、ゾーン単位での経済統計データには制約がある。そこで、適用する手法として、データ制約が存在しない応用一般均衡モデル(CGE)を基本とした分析が望ましいと考えられる。

一方で本調査は、土地利用モデルから得られた人口分布を与件とした経済評価モデルの構築が求められており、従来方法である内生的一般均衡解の導出による方法ではなく、他モデルからの解を代入することにより、各種経済指標を算定する方法を用いる。

以上から判断して、ゾーン単位での交通施策の変更の社会経済的効果を理論的に検討する手法として、応用一般均衡分析(CGE)を基本とした統合モデル分析が望ましいと考えられる。

(3) 適用事例

以下に、応用一般均衡分析(CGE)の適用事例を示す。

応用一般均衡分析は一国経済や地域ブロックを対象にした分析が行われてきた。近年では、地域間の財の交易活動や人の交通行動を考慮し、また、価格調整の仮定を緩和することにより、分析対象が生活圈・センサスゾーン・中ゾーンへと、より小さい地域単位での分析に適用されつつある。仙台都市圏を対象とする本調査においても、これまでの調査実績から CGE 分析の適用は可能であると考えられる。

表 5-2 これまでの応用一般均衡分析 (CGE) の適用事例

調査年	調査名	分析対象地区	分析単位	調査主体
1997	地域間人口配分からみた交通ネットワークの評価	東北地方6県	地方生活圈	東北建設協会
1999	東海環状自動車道整備の便益評価	愛知・岐阜・三重3県	県	建設省
2000	岐阜地方における都市交通網整備効果	東海地方	センサスBゾーン	岐阜大学
2000	仙台市鉄道整備効果計測	仙台都市圏	中ゾーン(236ゾーン)	仙台市

応用一般均衡分析とは

応用一般均衡分析は、ミクロ経済学の枠組みを踏まえ、経済主体(家計・企業・政府)の合理的行動をモデル化し、統計データの利用により現実経済を再現した後、政策変更の効果を数値的に捉えるものである。理論分析と異なり、現実の経済状況を再現するためモデルは大規模になる。均衡解はコンピュータを利用して求める。コンピュータ技術の向上により応用一般均衡理論は、1980年代以降、経済分析手法として一国経済の税制分析や開発途上国の政策プログラム分析に活用されている。さらに、1990年代以降、土木計画分野にも応用一般均衡分析が適用され、社会資本整備の経済分析に役立っている。

5 - 2 . 経済評価モデルの枠組み

(1) 全体構成

本経済評価モデルは、活動モデル(土地利用モデル)から求められるゾーン間通勤者数、ゾーン間買物者数、ゾーン間業務トリップ数の値を受けて、一般均衡のフレームワークから得られる地価・生産・効用の関係式よりゾーン別地価水準、ゾーン別生産量(所得水準)、経済便益指標(CV:補償変分, EV:等価変分)を算定する。

経済評価モデルと活動モデルから算出される指標は、重複は無く、整合性は満たされる構造となっている。

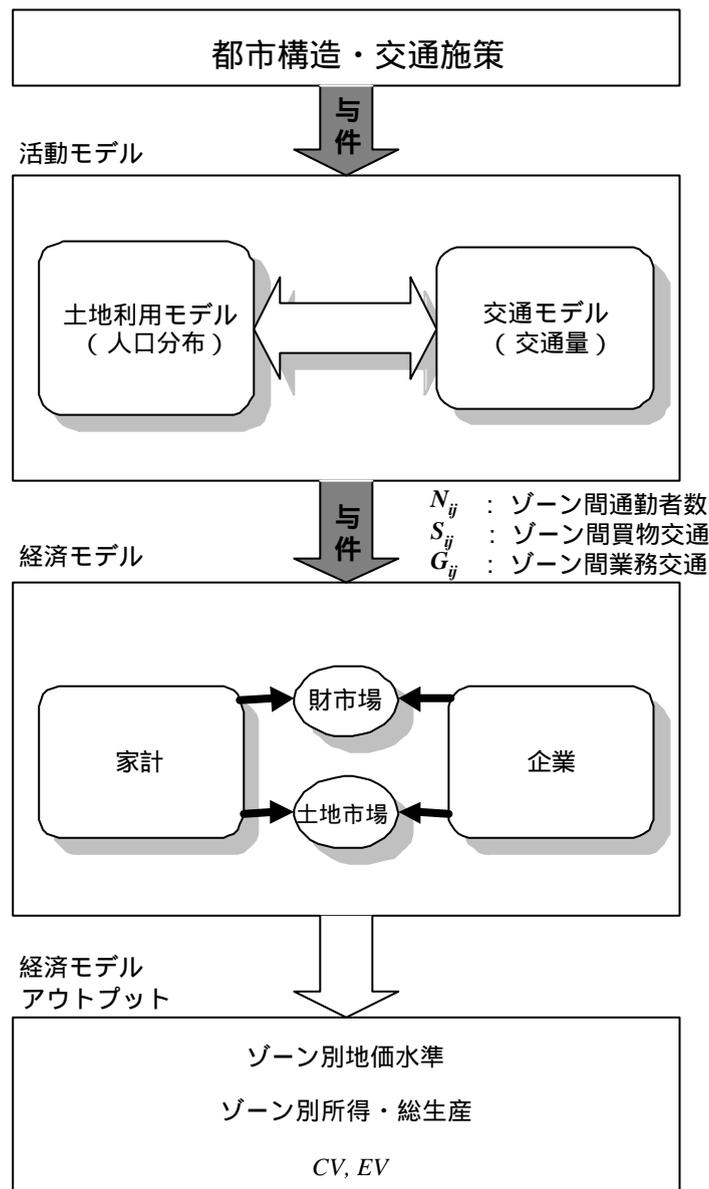


図 5-1 活動モデルと経済評価モデルの関係

経済評価モデルの構造と導出手順

下図に基づき、経済評価モデルの構造と各種経済指標アウトプット値の導出ステップを示す。

土地利用モデルからゾーン別就業人口を経済評価モデルの家計部門に、従業員人口・業務交通を企業部門に渡す。

家計部門において、効用最大化より家計の財需要量・土地需要量が算定され、ゾーン別就業人口を掛けることでゾーン単位需要量が算定される。

企業部門において、利潤最大化より企業の土地需要量が算定される。

従業員人口・業務交通、企業の土地需要量より産業別生産額が算定される。

既存データである容積率込みゾーン面積(供給)と家計・企業部門からの土地需要量をバランスさせる地代水準を算定する。

以上から求まる変数をもとに効用水準¹を求める。

以上について、施策有無による経済変数(総生産・地価水準・CV, EV)の変化を把握する。

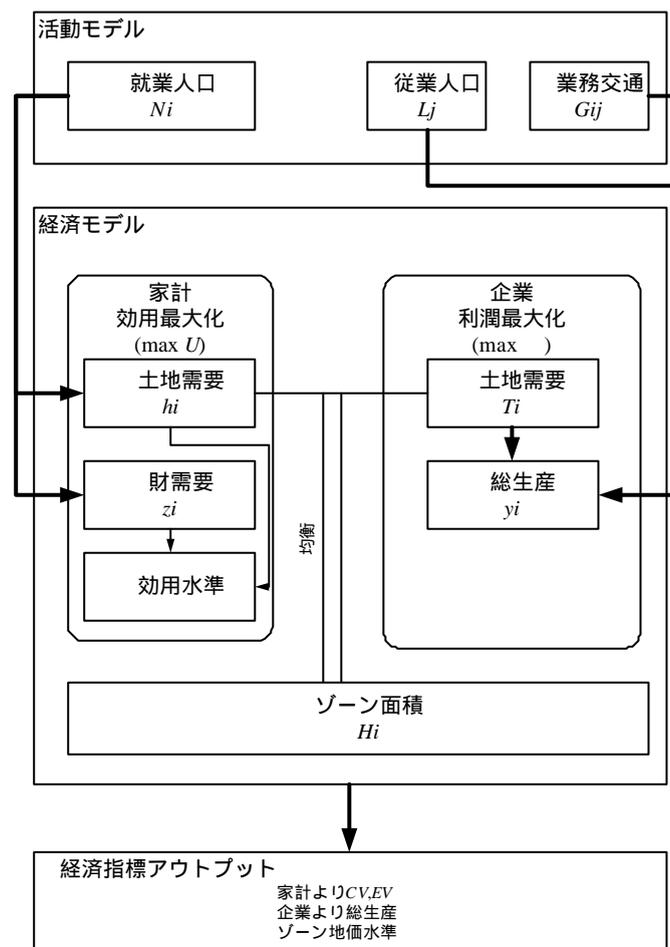


図 5-2 経済評価モデルのモデル構造(概念図)

¹ 効用とは、個人の持つ満足度(幸せ)のこと。ここでは住宅や消費量により効用を得る。効用水準とは、その水準。効用最大化とは、所得の制約の中で、満足度を最大化すること。

(2) 経済評価モデル

与件

ゾーン間通勤者数(N_{ij})、ゾーン間買物者数(S_{ij})、ゾーン間業務交通量(G_{ij})は、活動モデル(土地利用モデル)により求められ、本経済評価モデルでは外生変数の扱いとなる。

ゾーン別就業人口(N_i)とゾーン別従業人口(L_j)、都市圏世帯数(\bar{N})は、ゾーン間通勤者数(N_{ij})を用いて下式となる。

$$N_i \equiv \sum_j N_{ij} \quad (1)$$

$$L_j \equiv \sum_i N_{ij} \quad (2)$$

$$\bar{N} \equiv \sum_i \sum_j N_{ij} \quad (3)$$

N_{ij} : ゾーン別通勤者数, N_i : ゾーン別就業人口

L_j : ゾーン別従業人口, \bar{N} : 都市圏世帯数

ゾーン i 居住者のゾーン j への買物先シェア(s_{ij})は、ゾーン別買物者数(S_{ij})を用いて次式が成立する。

$$s_{ij} = S_{ij} / \sum_j S_{ij} \quad (4)$$

S_{ij} : ゾーン別買物者数, s_{ij} : ゾーン i 居住者のゾーン j への買物先割合(シェア)

業務トリップ交通量(G_{ij})はゾーン i 企業のゾーン j への業務交通量である。

家計

家計は住宅面積(h_i)と財(z)を消費することで効用を得る。つまり、できるだけ広い家に住み、多くの財を消費することで満足(幸せ)を得る。所得制約(6)式のもとで、効用(5)式を最大化する。以下の最大化問題を解く。効用関数は log-sum 型である。

$$\max_{\{h, z\}} u(h, z) = a^h \ln(h_i) + \sum_g a^g \ln(z^g) \quad (g=1, \dots, 3) \quad (5)$$

$$\text{s. t. } r_i h_i + \sum_g p^g z^g = I, \quad (6)$$

ここで I (収入)は下式の関係になる。

$$I = (\sum_g a^g p^g y_i^g + \sum_i r_i \bar{H}_i) / \bar{N} \quad (7)$$

a_h : 家計の住宅支出シェア,	a^g : 家計の財 g 消費シェア ($g=1, \dots, 3$)
h_i : 住宅面積,	z^g : 財 g 消費量 ($g=1, \dots, 3$)
I : 世帯収入,	r_i : ゾーン i 地価
p^g : 財 g 価格,	H_i : ゾーン i 面積
y_i^g : 付加価値、生産額,	θ_i^g : 労働生産要素の分配シェア

効用関数パラメータには $a^h + \sum_g a^g = 1$ の条件があり、これにより所得が完全に消費に分配される(一次同次の関係)。収入式(7)について、右辺第一項は企業からの収入、第二項は土地の収入である。

効用最大化問題を解くことにより、以下の住宅需要関数(8)式と財需要関数(9)式が得られる。

$$h_i = a^h I / r_i \quad (8)$$

$$z^g = a^g I / p^g \quad (9)$$

企業

企業は技術制約のもとで利潤を最大化する。技術制約となる生産関数(y_i^g)は、従業者数(L_i)、土地(T_i^g)、業務トリップ(G_{ij})を生産要素とする。

$$y_i^g = c (L_i^g)^{a^g} (T_i^g)^{b^g} (G_{ij}^g)^{c^g} \quad (10)$$

y_i^g : 付加価値、生産額

c : 定数

θ_i^g : 産業構成比パラメータ(3分類)

L_i : 従業者数

T_i^g : 土地面積

G_{ij} : 業務トリップ (アクセシビリティの代理指標)

$\theta_i^g, \theta_i^g, \theta_i^g$: 労働・土地・業務トリップ生産要素の分配シェア。 $\theta_i^g + \theta_i^g = 1$ の関係が成立

生産関数(10)式が技術制約となり、利潤(11)式を最大化する。従業者数(L_i)・業務トリップ(G_{ij})は活動モデル(土地利用モデル)により外生変数(定数)扱いとなっているため、最適化は行わない。土地投入(T_i^g)に関してのみ、最適化を行う。以下の最大化問題を解く。

$$\max_{\{T_i^g\}} p_i^g = p^g y_i^g - r_i T_i^g \quad (11)$$

s. t. (10)式

θ_i^g : 利潤

L_i はゾーン別全産業の従業者数であり、ゾーン別産業別の従業者数は把握できないので、 β_i^g (産業構成比パラメータ)の導入により、ゾーン別産業別従業者数を作成する。

利潤最大化問題を解くことにより、以下の企業の土地需要関数(12)式が得られる。

$$T_i^g = \mathbf{b}^g p^g y_i^g / r_i \quad (12)$$

均衡

家計・企業の経済主体の相互依存関係により経済は均衡する。土地市場・財市場について需要と供給が均衡(バランス)する。

土地市場の均衡条件は(13)式である。左辺が容積率(β_i)を考慮したゾーン面積(H_i)であり供給を意味し、右辺が家計・企業による土地需要である。

$$\Phi_i \bar{H}_i = N_i h_i + \sum_g T_i^g \quad (13)$$

β_i : 容積率,

H_i : 容積率(β_i)を考慮したゾーン面積

(8)式、(12)式を(13)式に代入することで、地価水準(r_i)についての関係式が導出できる。

$$r_i = (a_h N_i I + \sum_g \mathbf{b}^g p^g y_i^g) / \Phi_i \bar{H}_i \quad (14)$$

r_i : ゾーン i 地価水準

ゾーン地価水準は、右辺第一項(ゾーン居住者合計の土地支出金額)と第二項(ゾーン全産業の土地支出金額)の和をゾーン面積で割ったものである²。つまり、延床面積 1 単位当たりの世帯の所得獲得力と企業の土地支払力を合計したものとなる。

財市場の均衡条件は(15)式である。左辺が企業による財生産量(供給)、右辺が家計による財需要量である。

$$\sum_j y_j^g = \sum_j \sum_i s_{ij} N_i z^g \quad (15)$$

y_i^g : 付加価値、生産額,

s_{ij} : ゾーン i 居住者のゾーン j への買物先シェア

N_i : ゾーン別就業人口,

z^g : 財 g 消費量

² 吉田・大西^他(1998)は、異なる分析フレームから(14)式と類似の地価関数構造式を導出し、推定を行っている。

上記モデルにおける外生変数・パラメータ・内生変数群は下表の通りである。出所や推定方法について同時に示した。

表 5-3 経済評価モデルで用いる変数表

変数	意味	出所・推定方法	
外生変数	N_{ij} ($i, j = 1, \dots, 236$)	:ゾーン i-j 間通勤者数(人)	土地利用モデルより
	S_{ij} ($i, j = 1, \dots, 236$)	:ゾーン i-j 間買物者数(人)	"
	G_{ij} ($i, j = 1, \dots, 236$)	:ゾーン i-j 間業務トリップ(人)	"
	N_i ($i = 1, \dots, 236$)	:ゾーン i 就業人口(人)	"
	L_j ($j = 1, \dots, 236$)	:ゾーン i 従業人口(人)	"
	\bar{N}	:都市圏総世帯数(人)	"
	α_{ij} ($i, j = 1, \dots, 236$)	:ゾーン i-j 間の買物先シェア	"
	H_i ($i, j = 1, \dots, 236$)	:ゾーン i 面積(m^2)	PT 調査より
	ρ_i ($i, j = 1, \dots, 236$)	:ゾーン i 容積率(%)	"
パラメータ	a_h, a_g ($g = 1, \dots, 3$)	:世帯の住宅・財 g 消費シェア	a_h :地価関数(14)式の推定より a_g :家計調査年報より
	$\beta^g, \gamma^g, \delta^g$ ($g = 1, \dots, 3$)	:産業 g の労働・土地・業務要素支払シェア($\beta^g + \gamma^g = 1$)	生産関数(16)式の推定より (β^g :地価関数(14)式の推定より)
	t_i ($i = 1, \dots, 236$)	:ゾーン i 交通費(円)	土地利用モデルより
	θ^g ($g = 1, \dots, 3$)	:ゾーン就業者の産業 g への分配シェア	都市圏全体の産業別従業者シェアを利用
内生変数	h_i ($i = 1, \dots, 236$)	:ゾーン i 世帯の住宅面積(m^2)	経済モデルより
	z_i^g ($i = 1, \dots, 236$)	:ゾーン i 世帯の財 g 消費量(個数)	"
	r_i ($i = 1, \dots, 236$)	:ゾーン i 地価水準(円/ m^2)	"
	p^g ($g = 1, \dots, 3$)	:財 g 価格(円)	"
	l	:世帯所得(円)	"
	T_i^g ($i = 1, \dots, 236$)	:ゾーン i 産業 g の土地投入量(m^2)	"
	y_i^g ($i = 1, \dots, 236$)	:ゾーン i 産業 g の総生産(付加価値)(円)	"
	π_i^g ($i = 1, \dots, 236$)	:ゾーン i 産業 g の利潤(円)	"

5 - 3 . パラメータ推定

土地利用モデルから得られる夜間・従業員人口水準を受け、経済指標の算定が可能となるように、地価水準・生産関数³の構造式についてパラメータ推定をする。

(1) 生産関数の推定

生産関数(付加価値関数)は(10)式に $\theta_1 + \theta_2 = 1$ の関係が存在することに注意して、対数変換を行うと(16)式が得られる。

$$\ln(y_i^g) = (1 - b^g) \ln(L_i^g) + b^g \ln(T_i^g) + g^g \ln(G_{ij}) + c \quad (16)$$

y_i^g : 付加価値、生産額

θ_1 : 土地生産要素の分配シェア

θ_2 : トリップ生産要素の分配シェア

T_i^g : 土地投入量

G_{ij} : ゾーン i-j 間業務トリップ数 (アクセシビリティの代理指標)

生産関数の推定に関して、236 ゾーン単位での統計データが存在しないことから、宮城県内 71 市町村の該当データを収集し、最小二乗法を適用する。推定結果は宮城県の生産構造を推定することになるが、236 ゾーンの人口・土地データを当てはめることで、仙台都市圏 236 ゾーン単位の総生産を推定することができる。

パラメータ推定に利用するデータは以下の通りである。

y_i^g : 「平成 9 年度(1997)市町村民所得統計 宮城県」の産業別市町村内純生産・実額値

L_i^g : 「平成 8 年事業所・企業統計調査」より市町村別・産業大分類別事業所数及び従業者数

T_i^g : 「宮城県統計年鑑」より平成 9 年の市町村・地目別土地面積

G_{ij} : 市町村単位での業務トリップ量の統計データが存在しないことから、各市町村役場から仙台駅までの所要時間の逆数を用いた。各地点における業務活動のしやすさを意味する。道路ネットワーク上での自動車最短所要時間より求めた。

³ 生産関数とは、GDP 等の付加価値生産と、労働・土地の生産要素との関係を示したものである。

推定結果は以下の通りである。

表 5-4 生産パラメータ推定結果

係数	2次産業	3次産業
c (定数)	14.6743 [*] (60.19)	15.7338 [*] (49.58)
^g (労働要素分配シェア)	0.8364	0.9114
^g (土地要素分配シェア)	0.1636 [*] (3.02)	0.0886 ^{**} (2.40)
^g (業務交通分配シェア)	-	0.1111 [*] (2.92)
サンプル数	36	55
R ²	0.9662	0.9880
F 値 ⁴	149.52	228.58

()内の数値は t 値、*は片側 1%有意、**は片側 5%有意、R²は自由度調整済み決定係数⁵である。

複数の推定を試みた中で、各推定式が符号条件を満たし、t 値、R²ともに有意であるものを最終的なパラメータとして採用する。

各パラメータ値は 1 以下であるという条件を満たし、パラメータ間のバランスも適度な良い結果が得られた。は 1? の関係式より得られる。

2次産業について、業務トリップ交通(G)を変数として推定したが、統計的に有意でなかった。これにより、生産に依存しない構造になっていると考えられる。従って、生産関数に ^g は含まない⁶。

一方、3次産業について、業務トリップ(G)を説明変数として推定すると、当てはまりの良い結果が得られた。+ =1 であり、>0 であるので、業務トリップは正の外部性(生産の相乗効果)が存在することが分かる。この結果は、交通施策の変更による所要時間の変化が、3次産業に対して波及的な効果を生むことを示すものである。

推定パラメータの解釈は、例えば2次産業生産活動について、1単位の付加価値生産に対して労働へ 83.6%分配され、土地へ 16.4%分配されるという意味を持つ。

⁴ t 検定が個々のパラメータが 0 か否かの検定をするのに対し、F 検定は推定式のパラメータを一括して検定する。構造方程式全体の妥当性を検定する。

⁵ データ数と定数項を含む説明変数の数がモデル間で異なれば、決定係数を単純比較することは出来ない。これを修正することで比較可能とする。

⁶ 統計的には、^g を含めた推定を行った結果、1次産業での推定では <0 となり符合条件が合わず、2次産業の推定では地価関数のパラメータ値と整合が取れない結果を得た。従って、1次、2次産業において業務トリップの導入は省略する。

<参考> 生産関数のデータプロット図

総生産の実績値と推定値のプロットを以下に示す。仙台市は突出しているため表示していない。

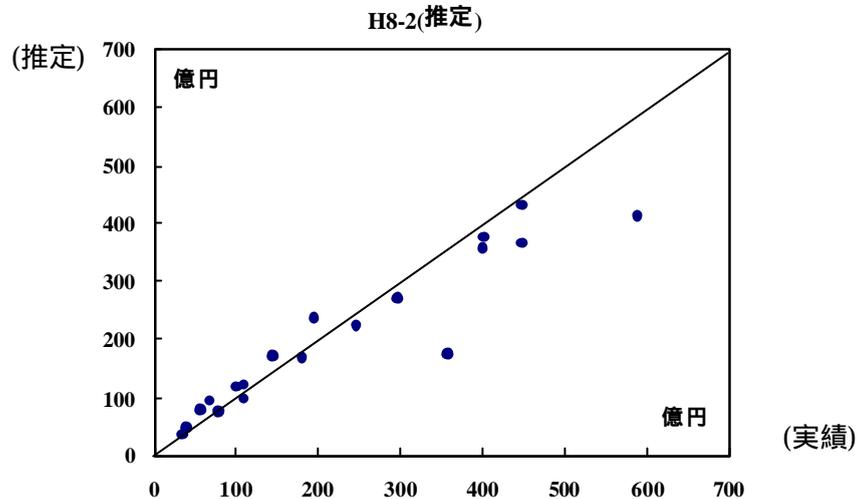


図 5-3 平成 8 年第 2 次産業の実績値と推定値 (MAPE=19.01%)

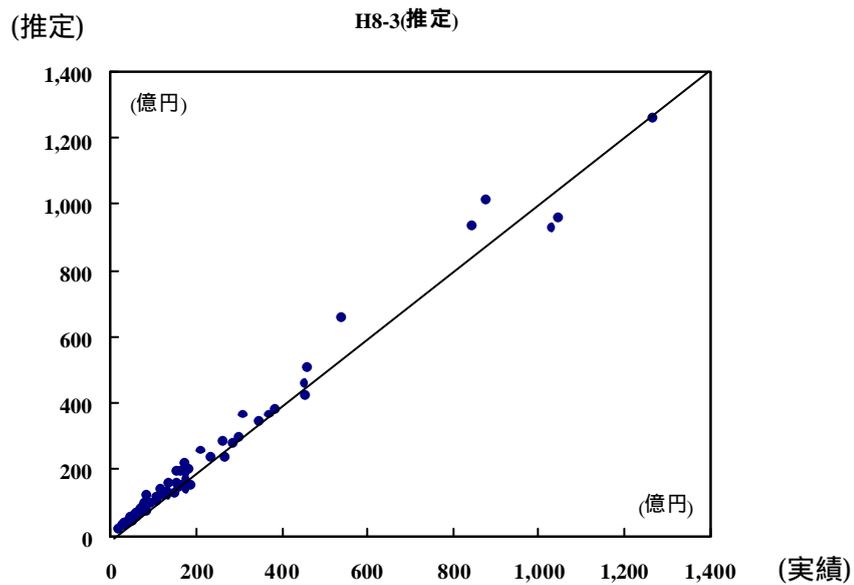


図 5-4 平成 8 年 第 3 次産業の実績値と推定値

生産関数の推定による誤差項は、下式の通り指数的に効いていることにより、大きくなる傾向がある。しかし、以下の分析は、Case 間比較による差分の議論であり、絶対水準の議論ではないので、本推定結果を適用する。

$$y^3 = L^{\alpha} \cdot T^{3b} \cdot G^{3\beta} \cdot \exp^u \quad u : \text{誤差項} \quad (17)$$

(2) 地価関数の推定

ゾーン別地価水準について推定を行う際、基本となる地価水準の構造式は(14)式であるが、実際の推定には容積率(v_i)を考慮した地価水準を被説明変数(r_i)に採用する。また、仙台駅前ゾーンは、駅が存在することによりプレミアムが発生すると考えられるので、ダミー変数(D_{stn})を取り入れる。以下の地価構造式を推定する⁷。

a_h, θ, c についてパラメータ推定を行う。

$$r_i = a_h \frac{N_i I}{H_i} + \sum_g b^g \frac{p_i^g y_i^g}{H_i} + d D_{stn} + c \quad (g \neq 1) \quad (18)$$

r_i : ゾーン i 地価水準, a_h : 家計の住宅支出シェア
 N_i : ゾーン別就業人口, I : 世帯所得 1 人当たり市民所得(分配)
 H_i : ゾーン別土地面積 c : 定数
 θ : 土地生産要素の分配シェア, d : 中心部駅ゾーンダミーのパラメータ
 y_i^g : 従業者数(L_i)、土地(T_i^g)、業務トリップ(G_{ij})を生産要素とする付加価値

地価データは、仙台都市圏 236 ゾーン単位で統計データが存在することから、236 単位で推定を行う。推定に利用するデータは以下の通りである。

r_i : 中ゾーンの平均的地価水準を求めるため、以下の手続きにより地価データを作成した。平成 9 年公示地価の各地点を仙台都市圏の該当する中ゾーンに対応させる。により、1 つのゾーンに複数の公示地価データが存在する中ゾーンが現れるので、土地の利用状況を考慮して平均的地価水準を求める。具体的には、地価ポイントを世帯・2 次産業・3 次産業の何れに利用されているか区分し、夜間人口・2 次・3 次従業人口で加重平均し、ゾーンの平均地価水準を求めた。

N_i : ゾーン別夜間人口。

I : 「平成 9 年市町村民所得統計」より得られる一人当たり市町村民個人所得(市町村民別)を利用。

$p_i^g y_i^g$: 「平成 9 年市町村民所得統計」より得られる産業別市町村内純生産をゾーン別従業者数で按分し用いる。

H_i : ゾーン別市街化区域土地面積。

⁷ この関係式は、理論モデルから導出されたものであり、一般性を持つ。多くの地価モデルでは、このような関数となる。例えば、吉田他(1998)。

以上のデータを用いて、ゾーン地価ポイント数をウェイトにした最小二乗法による推定結果は下表の通りである。

表 5-5 地価パラメータ推定結果⁸

係数	推定値
c (定数)	18398.7 (1.05138)
a _h (家計の住宅支出シェア)	3.55244 (4.35516)
² (2次産業土地要素分配シェア)	1.76676 (2.27522)
³ (3次産業土地要素分配シェア)	2.25992 (32.4210)
(仙台駅ゾーンダミー)	0.284281E+07 (17.6036)
サンプル数	191
R ²	0.948293
F 値	872.140

複数の推定式を試みた中で、符号条件を満たし、説明力の整合が付くものが上表のパラメータ推定値である。t 値は有意であり、R²は高く、当てはまりは良い。

各パラメータ間の値の比率について、 $2: 3: a_h = 1.767: 2.260: 3.552 = 0.7818: 1.0: 1.572$ である。

これは、²、³の相対的な大小関係は、先の生産関数のパラメータの相対的比率とほぼ同じ大きさとなる。

また、ゾーン別の交通費用を入れた推定を行ったが、当てはまりの良い推定結果は得られず、以上の推定結果を適用することとする。

⁸ ()内の数値は t 値、*は片側 2.5%有意、**は片側 1%有意、R²は自由度調整済み決定係数である。

<参考> 地価関数のデータプロット図

ゾーン地価(円/m²)の実績値と推定値のプロットを以下に示す。

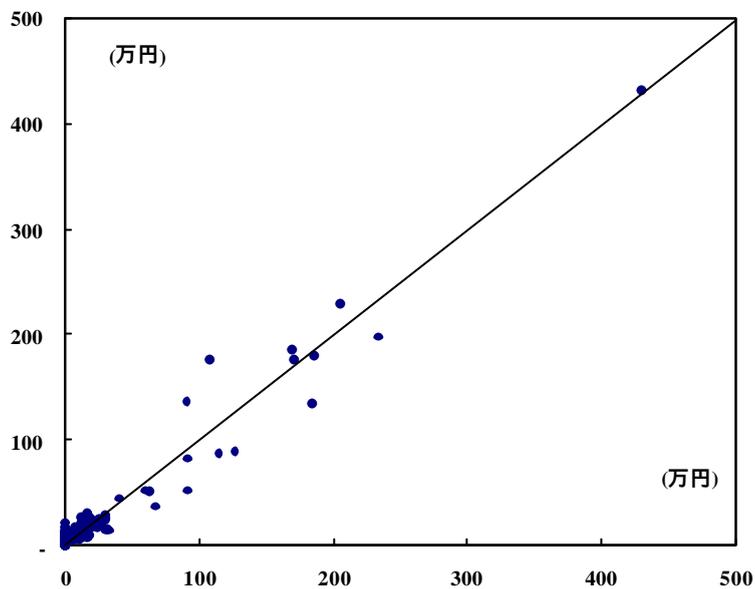


図 5-5 ゾーン別地価(円/m²)の実績値と推定値 (MAPE=33.69%)

推計値が45°線上にあることが確認できる。

5 - 4 . 施策評価

(1) 施策設定

施策の設定は以下の通りである。各施策(7ケース)とCase との比較により施策評価を行う。

このうち、従業員人口分布が大きく異なるのは、Case の副都心型である。生産変化は、このケースにのみ比較の意味がある。Case 以外の従業員人口は各ケースでCase と同一である。

表 5-6 施策ケース

交通/ 都市構造	趨勢型 ()	都心居住型 ()	副都心型 ()
なし	Case	Case	Case
公共交通施策	Case -1 (+公共交通施策)	Case -1 (+公共交通施策)	Case -1 (+公共交通施策)
TDM施策 (駐車容量施策) 道路施策		Case -2 (+公共交通施策 +TDM施策)	Case -2 (+公共交通施策 +環状道路)

(2) 評価フロー

実際の評価手順は、以下のフローに従い行う。

生産額の変化

土地利用モデルより得られる施策別ゾーン従業員人口を、生産関数へインプットし、施策効果の比較を行う。土地面積データがゾーン単位で存在しないので、市町村単位で推定を行った。

地価水準の変化

地価水準は、ゾーン夜間人口の変化と所得変化・ゾーン2、3次産業総生産の変化に依存する。

$$dr_i = \frac{a_h}{H_i} dN_i * dI + \sum_g \frac{b^g}{H_i} d(p_i^g y_i^g) \quad (g = 2, 3) \quad (19)$$

このうち、 $d(p_i^g y_i^g)$: 総生産変化は、先の生産水準の変化で求めた総生産変化量を外挿(代入)する。

dN の変化は、土地利用モデルから直接得られる。

また、 dI の変化は、市町村別ODトリップパターンの変化に基づき、 dy の変化(属地ベース)を発地側(Origin)のシェアで振り分け、属人ベースに変換することにより求めた。

従って、地価変化の効果は、世帯効果(所得変化と立地変化)、2次産業生産効果、3次産業生産効果の3つの要因に分けられる。アウトプットは、地価変化総額と3つの要因別に示した。

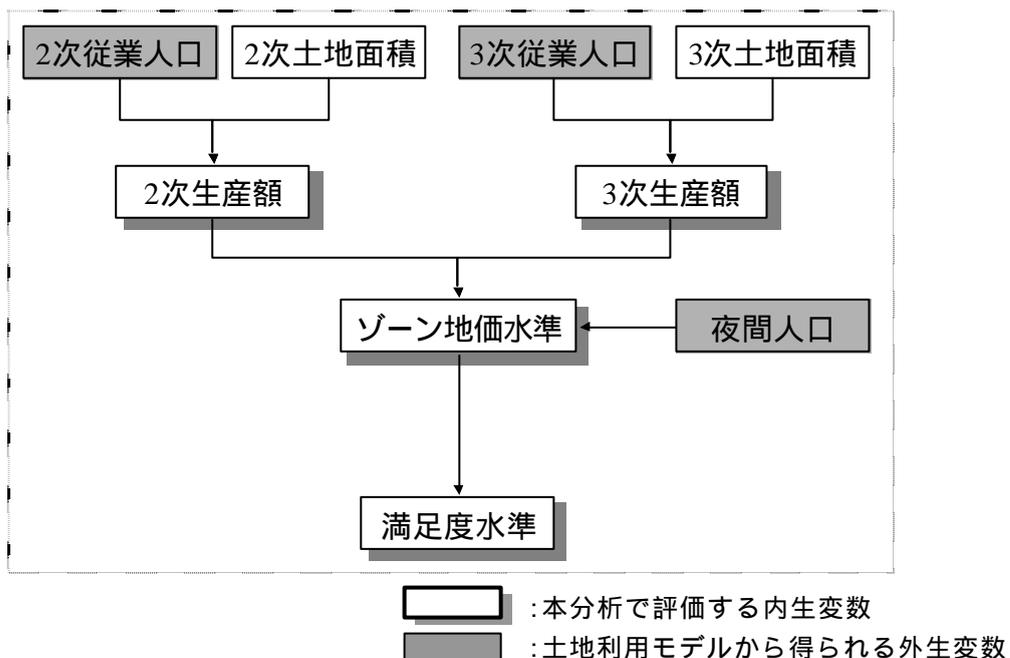


図 5-6 経済指標の評価フロー

CV, EV の変化

交通施策の評価指標として、CV(Compensating Variation : 補償変分), EV(Equivalent Variation : 等価変分)を用いる。指標は一般的には下式で示される。

$$CV : V(\mathbf{p}_W, I_W - CV) = V(\mathbf{p}_O, I_O) \quad (20)$$

$$EV : V(\mathbf{p}_O, I_O + EV) = V(\mathbf{p}_W, I_W) \quad (21)$$

W : With(施策有り), O : Without(施策無し)

ここで、V : 効用関数, p: 価格, I : 所得である。

CV とは交通施策前と同じ効用水準を得るために、施策後の効用水準から幾らの所得を支払っても良いかの支払意思額(WTP : Willingness to Pay)を表す指標である。また EV とは、施策後の効用水準を施策前の状態で達成するために、幾らの所得を補償されなければならないかの受取補償額(WTA : Willingness to Accept)を表す指標である。本分析における CV, EV は具体的には以下の通り示される。

$$CV : V = \left(\frac{a_h}{r_{Wi}} \right)^{a_h} \left(\frac{a_g}{P_g} \right)^{a_g} (I_W - CV_i) = \left(\frac{a_h}{r_{Oi}} \right)^{a_h} \left(\frac{a_g}{P_g} \right)^{a_g} (I_O)$$

$$CV_i = I_W - I_O \left(\frac{r_{Wi}}{r_{Oi}} \right)^{a_h} \quad (22)$$

$$EV : V = \left(\frac{a_h}{r_{Oi}} \right)^{a_h} \left(\frac{a_g}{P_g} \right)^{a_g} (I_O + EV_i) = \left(\frac{a_h}{r_{Wi}} \right)^{a_h} \left(\frac{a_g}{P_g} \right)^{a_g} (I_W)$$

$$EV_i = \left(\frac{r_{Oi}}{r_{Wi}} \right)^{a_h} I_W - I_O \quad (23)$$

CV, EV 指標はゾーン毎に異なり、対象圏域全体での CV, EV の総額(TCV, TEV)は各世帯の便益額を集計することで得られる。下式で示される。

$$TCV = \sum_i N_i CV_i \quad (24)$$

$$TEV = \sum_i N_i EV_i \quad (25)$$

本指標は、地価水準の変化と所得水準の変化により CV, EV を求める。

<参考> CV, EV の図解

以下の図による導出ステップに基づき、CV, EV が算定される。

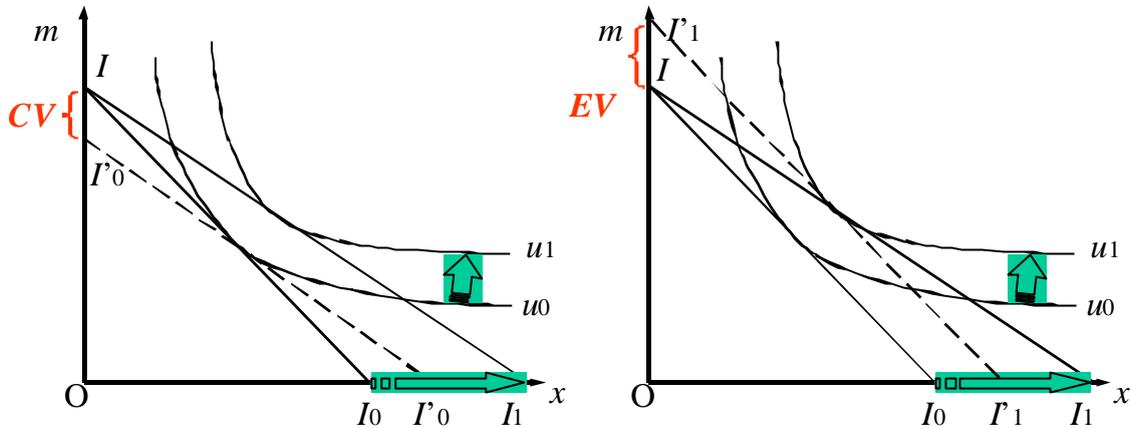


図 5-7 補償変分(CV)・等価変分(EV)の概念

u : 効用・満足度は、横軸の財 x (トリップ)と縦軸の財 m (貨幣)から構成され、右上に行くほど効用水準が高い($u_1 > u_0$ である)。

I_0, I_1 : 右下がりの直線は所得制約式であり、消費者は所得の範囲内で財の消費配分を決定する。

交通施策の改善によりトリップ費用が低下した場合、実質所得が増加することから(図の I_0 から I_1 への所得制約のシフト)、消費可能領域が増加する。

効用最大化原理に基づき、実質所得が増加することで財の消費量が増加し、効用が u_0 から u_1 へ増加する。

効用の u_0 から u_1 への増加は、交通施策の改善によるものである。この効果を貨幣ターム(円単位)で捉える方法は2つある。

1 つは CV であり、施策実施後の価格体系で u_1 と u_0 を達成する所得水準(I_1, I'_{10})の差($I_1 - I'_{10}$)を施策変更の便益とする見方である。

もう 1 つは EV であり、施策実施前の価格体系で u_1 と u_0 を達成する所得水準(I'_{11}, I_0)の差($I'_{11} - I_0$)を施策変更の便益とする見方である。

5 - 5 . シミュレーション結果

(1) 生産額の変化(Case 対 Case)

市町村単位の変化

Case (趨勢型)を基準として、生産額の変化を捉える。Case はCase と同値の従業人口分布であり、生産水準は変化しない。Case (副都心型)の従業人口は、Case と異なる分布として設定している。Case 内では同値の従業人口分布である。

Case では、仙台市で大きく2次生産額は増加している。これは仙台市において2次従業人口が増加していることが理由である。

逆に、仙台市で3次生産額は減少している。これは、仙台市で3次従業人口が減少していることが理由である。

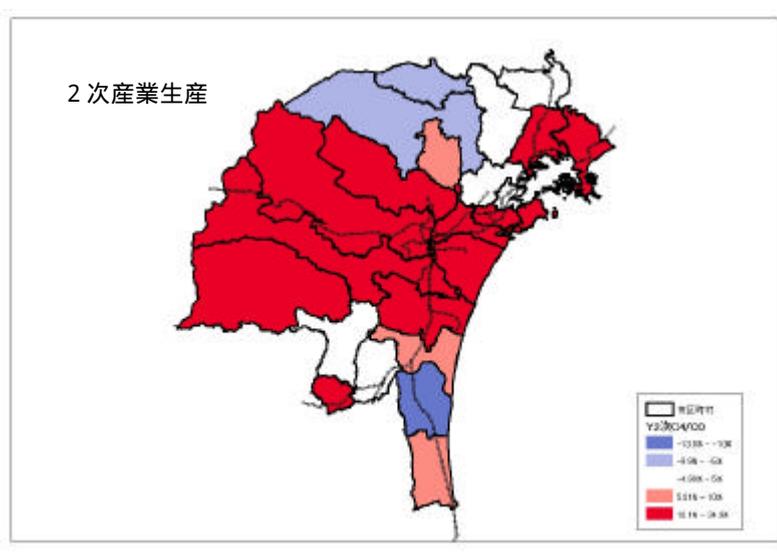


図 5-8 2次産業生産変化 (% : Case / Case)

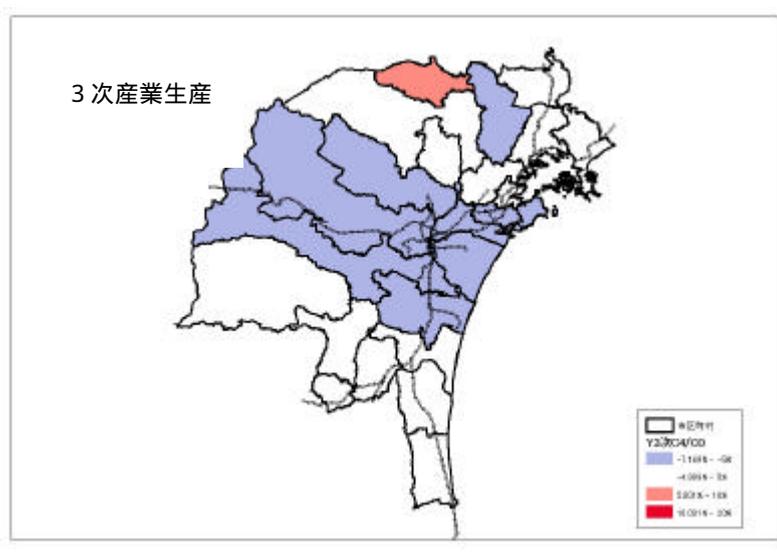


図 5-9 3次産業生産変化 (% : Case / Case)

<参考> 産業別従業人口分布

生産額の推定値は、土地利用モデルから計算される産業別従業人口に依存する。従業人口分布は、Case と Case では同一であるが、Case の副都心型では異なる。Case /Case により従業人口分布の違いを把握すると下図の通りである。

図から、Case (副都心型)では仙台市の2次産業従業人口は増加するが、3次産業従業人口は減少する。この結果を受けて、生産額はCase の2次産業では上昇し、3次産業では減少する。

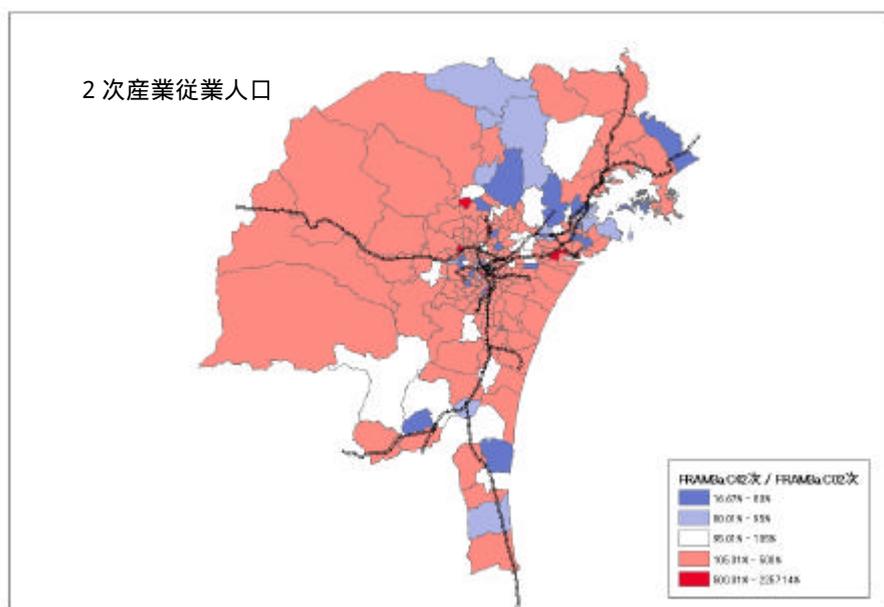


図 5-10 2次産業の従業人口分布 (Case /Case)

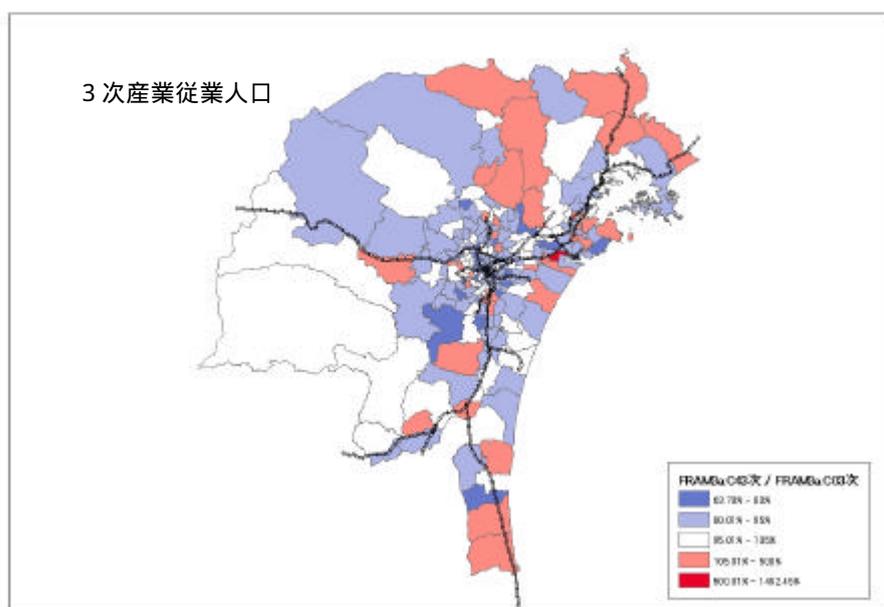


図 5-11 3次産業の従業人口分布 (Case /Case)

都市圏全体の变化

都市圏全体の Case の生産変化割合(Case /Case I)は下図となる。他ケース (Case)では、従業員人口がゾーン別に不変であるので、Case I と変化が生じない。

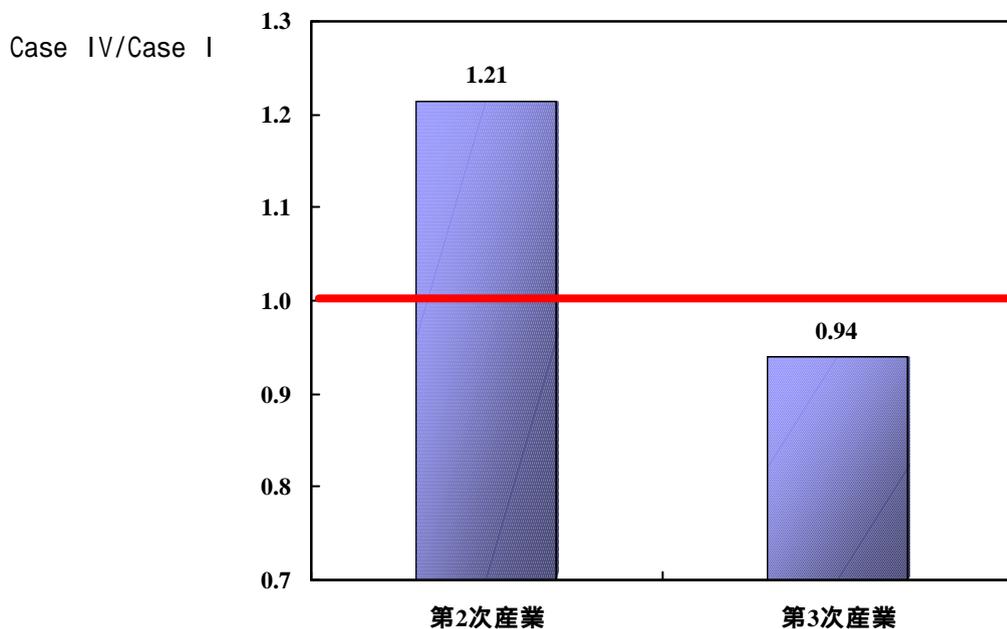


図 5-12 Case の2次・3次産業生産変化(伸び率:Case /Case)

<参考> 生産額変化の差分

Case - Case を示すと下グラフの通りである。従業員人口の変化に従い、3次産業の総生産変化は負となる。

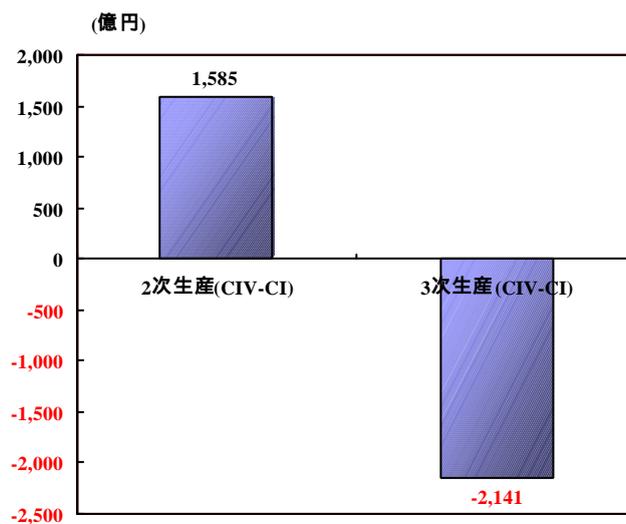


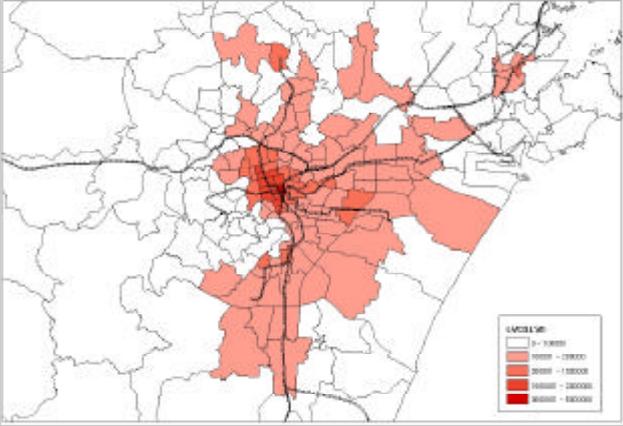
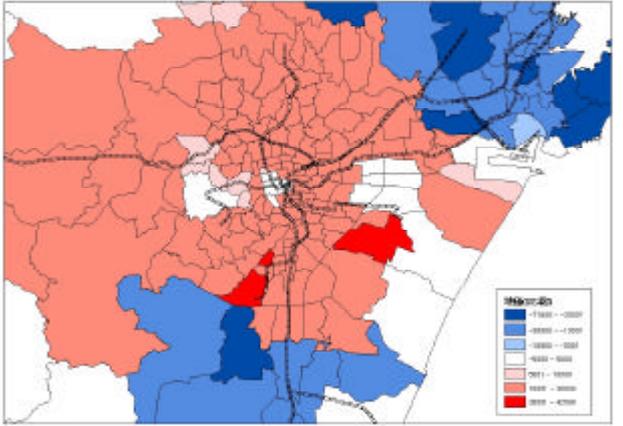
図 5-13 Case の2次・3次産業生産変化(差額円:Case - Case)

(2) 地価水準の変化対 Case : ゾーン単位の変化 (円 / m²) ~ 全効果 ~

Case (趨勢型) については、現況の地価分布と類似している。西側は山であり地価水準は低い。東側は、卸売団地・仙台港、仙石線沿線に多賀城市、塩釜市が隣接しており、地価水準は高い。Case -1 では、仙台市全域で地価が上昇し、郊外市町村で地価低下する。世帯の所得上昇効果が大きい理由による。

Case (都心居住型) では、人口が増加する都心地区で地価が上昇する。それ以外の地価変化は微小である。Case -1、Case -2:Case と比較して、地価上昇は仙台市郊外の鉄道沿線に及ぶ。鉄道利便性向上により、人口が郊外に移転することによる。

Case (副都心型) では、副都心地区の地価は増加する。これは従業人口増加による生産の + 効果による。一方、仙台市中心部では地価は下落する。中心部の従業人口が副都心へ移転することによる - 効果の理由による。Case -1、Case -2:Case と比較して、西部鉄道沿線地区で地価上昇が見られる。

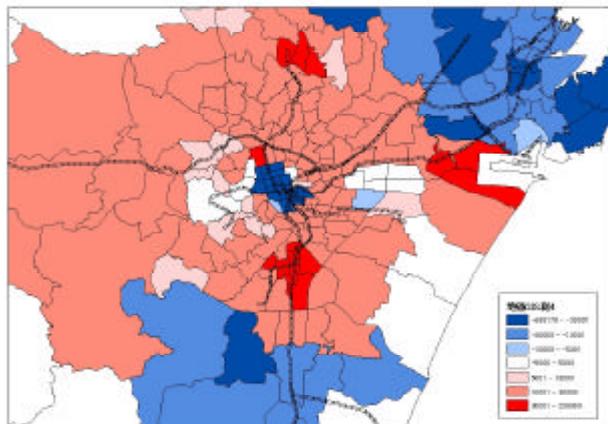
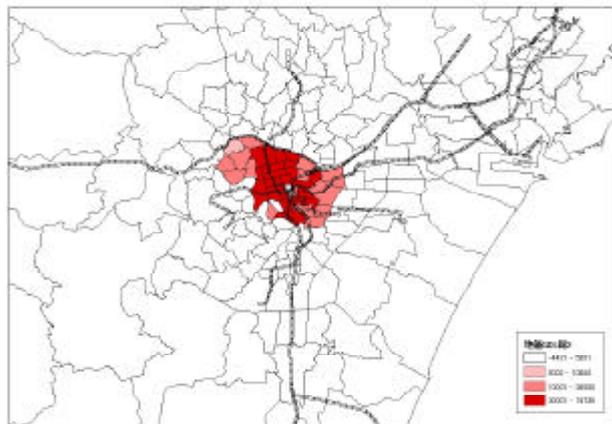
都市構造 / 施策	趨勢型
なし	<p style="text-align: center;">Case</p>  <p>現況の地価分布と類似している。本ケースを基準に他ケースを比較する。</p>
公共交通 施策	<p style="text-align: center;">(Case -1) (Case)</p>  <p>仙台市郊外部で地価上昇。郊外市町村で減少</p>
T D M、 道路施策	

都心居住型

副都心型

Case - Case

Case - Case

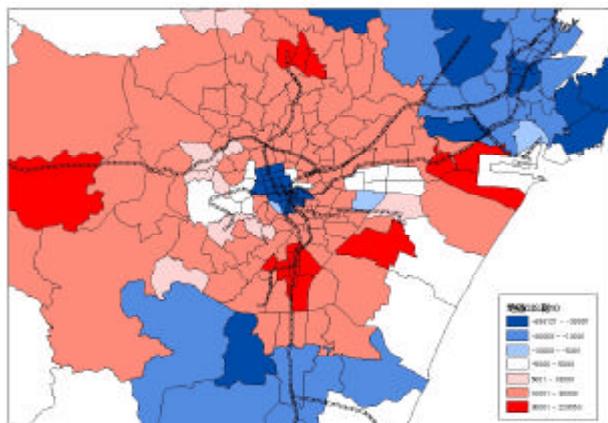
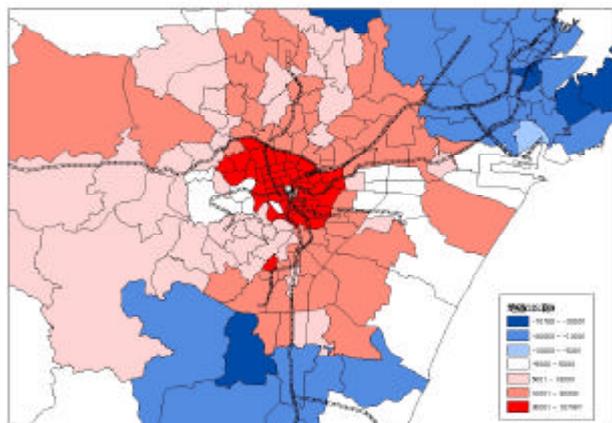


中心部で地価上昇。

仙台市・副都心地区で地価上昇。中心部で減少。

(Case -1) - (Case)

(Case -1) - (Case)

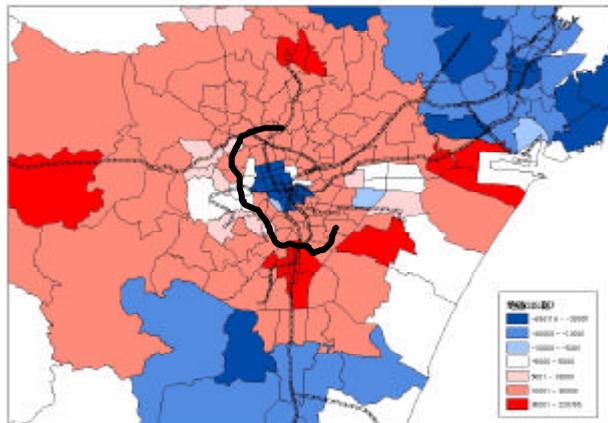
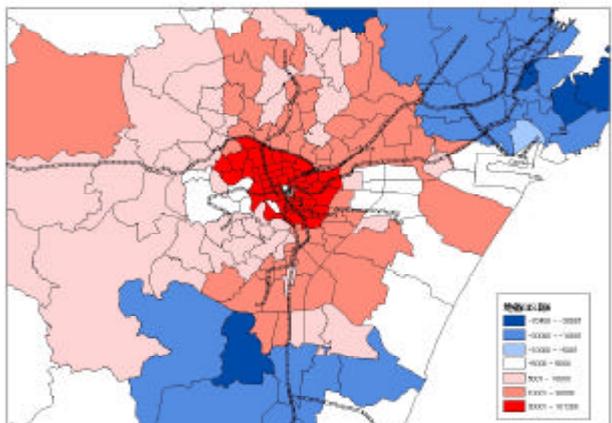


中心部と鉄道沿線で地価上昇。郊外市町村で減少。

仙台市・副都心地区で地価上昇。中心部で減少。

(Case -2) - (Case)

(Case -2) - (Case)



中心部と鉄道沿線で地価上昇。郊外市町村で減少。

仙台市・副都心地区で地価上昇。中心部で減少。

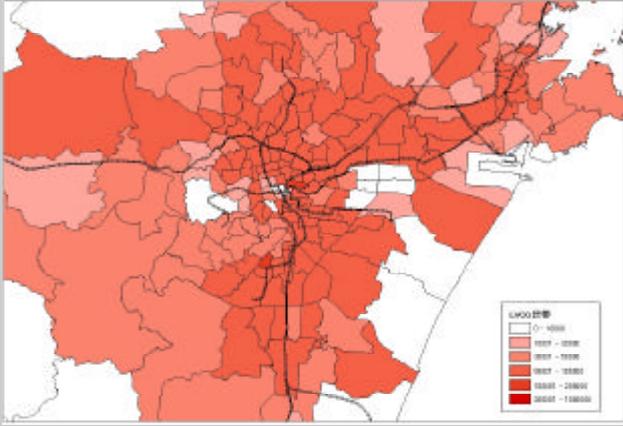
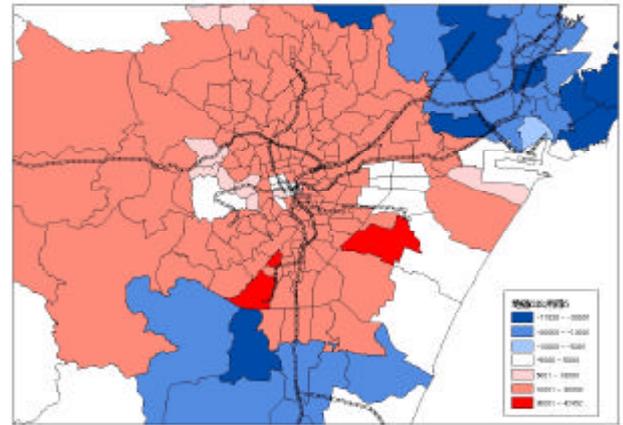
(3) 地価水準の変化対 Case : ゾーン単位の変化(円/m²) ~ 世帯効果 ~

全ケースにおいて、前ページの全効果はほぼ世帯効果により説明されることがわかる。

Case においては、従業人口変化による生産の効果があるので、全効果は次ページ以降の産業の効果が追加される。

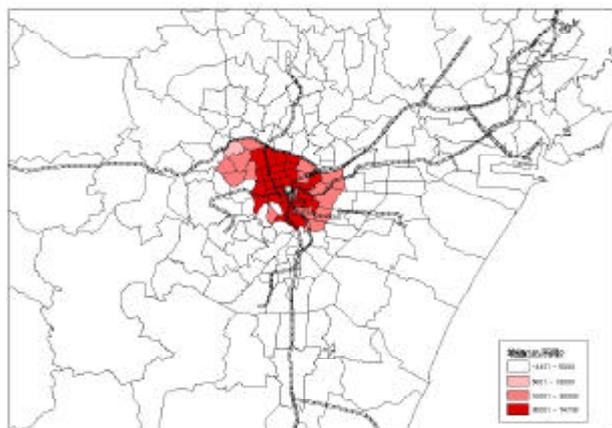
Case -1、Case には、生産変化効果はない。

地価変化の世帯効果は、ゾーンの夜間人口変化による要因と市町村単位での生産変化による所得変化効果の2つにより決定される。

都市構造 / 施策	趨勢型
なし	<p style="text-align: center;">Case</p>  <p style="text-align: center;">本ケースを基準に他ケースを比較する。</p>
公共交通 施策	<p style="text-align: center;">(Case -1) (Case)</p>  <p style="text-align: center;">仙台市郊外部で地価上昇。郊外市町村で減少</p>
TDM、 道路施策	

都心居住型

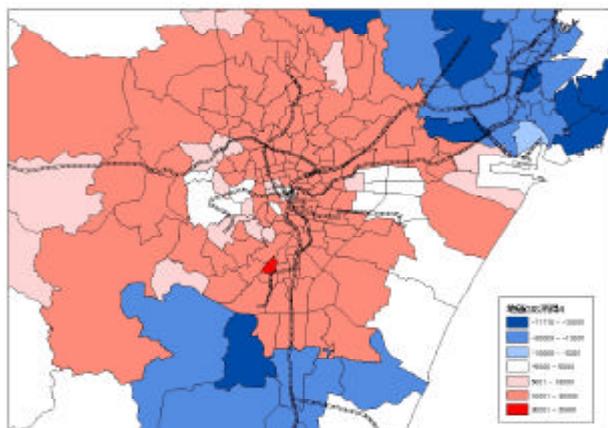
Case - Case



仙台市中心部で地価上昇。

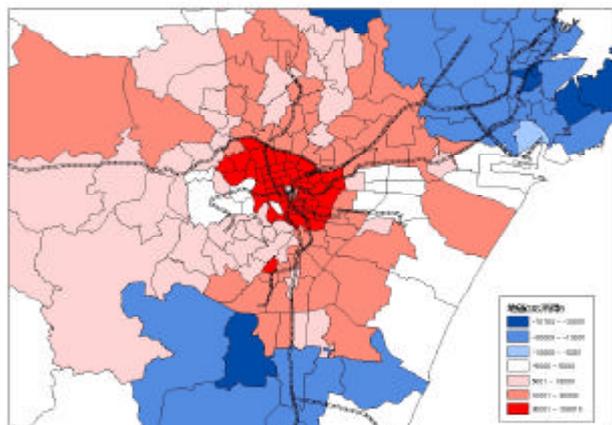
副都心型

Case - Case



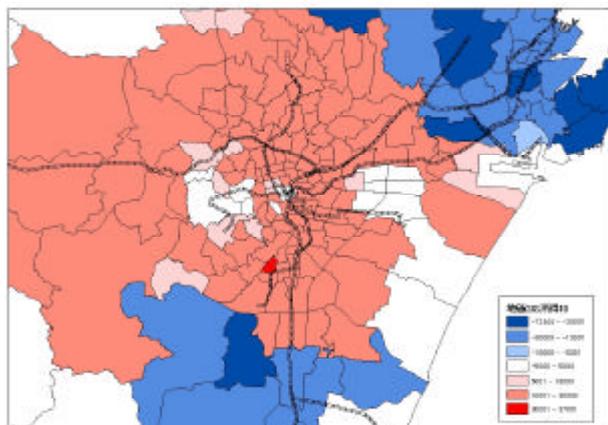
仙台市で地価上昇。郊外市町村で減少。

(Case -1) - (Case)



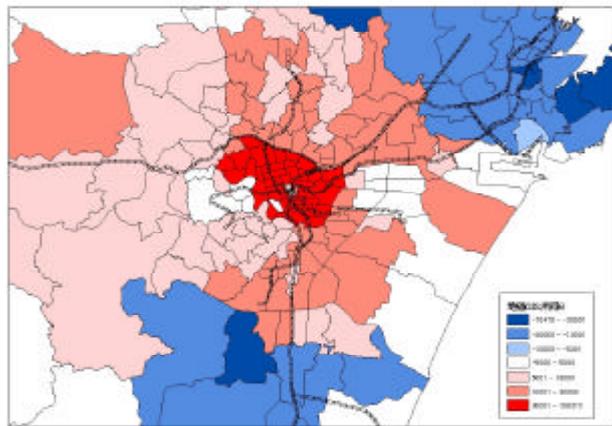
中心部と鉄道沿線で地価上昇。郊外市町村で減少。

(Case -1) - (Case)



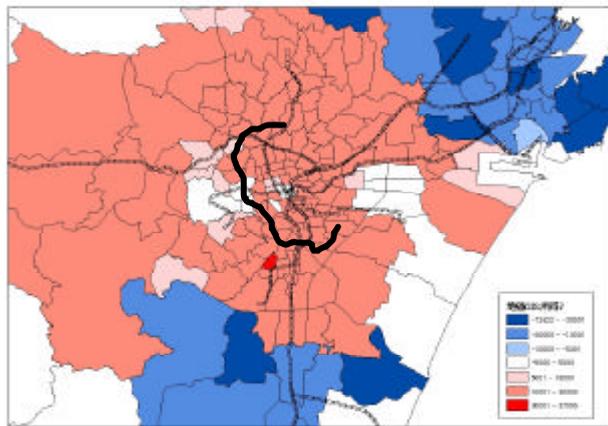
仙台市で地価上昇。郊外市町村で減少。

(Case -2) - (Case)



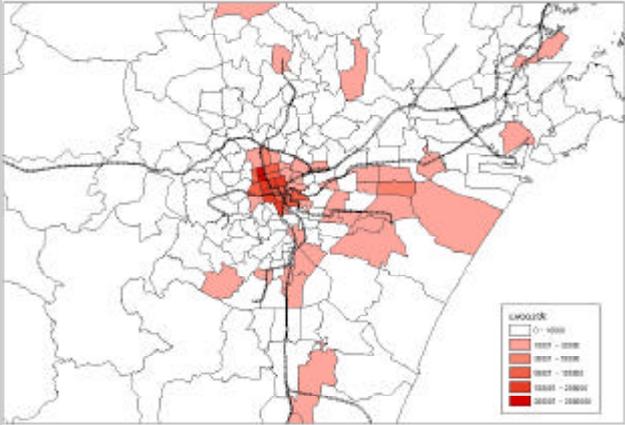
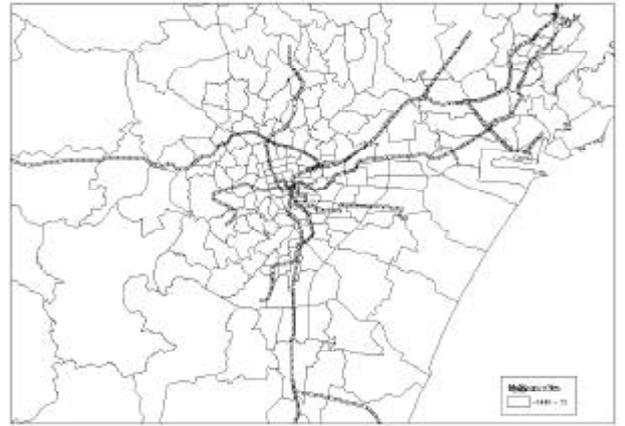
中心部・鉄道沿道で地価上昇。郊外市町村で減少。

(Case -2) - (Case)



仙台市で地価上昇。郊外市町村で減少。

(4) 地価水準の変化対 Case : ゾーン単位の変化(円/m²) ~ 2次産業効果 ~

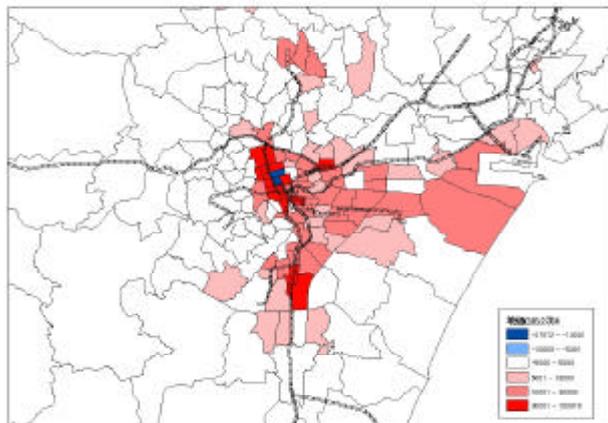
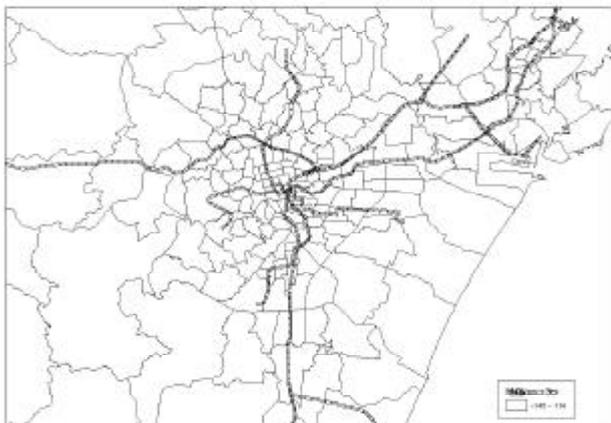
都市構造 / 施策	趨勢型
<p>Case では2次従業人口の分布に従い、地価水準が決定される。中心部・東部流通地区で高い水準を示す。</p> <p>Case -1、Case 、 -1、 -2 では従業人口が変化しないため、2次産業が地価へ影響を及ぼす効果はCaseと同一である。従って、差は現れない。</p> <p>Case 、 -1、 -2 では2次産業効果による地価水準は、南北線沿線と東部流通地区で上昇する。理由は、2次従業人口を当該ゾーンへ移転させているからである。Case 、 -1、 -2 間での地価は同一水準であり、効果に差は現れない。</p>	<p style="text-align: center;">Case</p>  <p>2次産業の地価へ与える影響である。本ケースを基準に他ケースを比較する。</p>
<p>公共交通 施策</p>	<p style="text-align: center;">(Case -1) (Case)</p>  <p>変化なし</p>
<p>TDM、 道路施策</p>	<p>変化なし</p>

都心居住型

副都心型

Case - Case

Case - Case

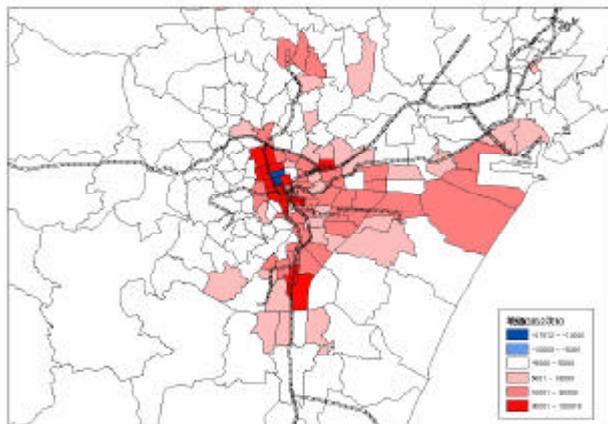
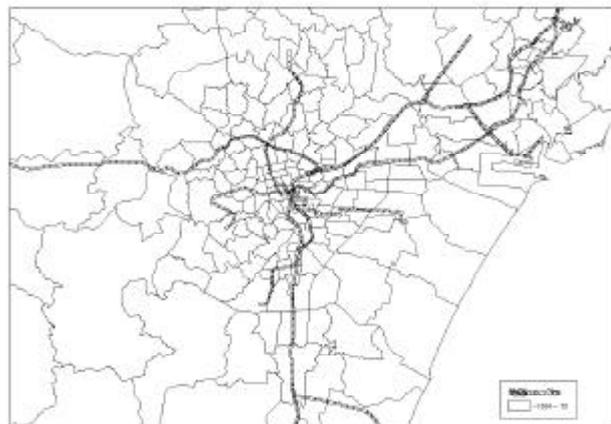


変化なし。

鉄道沿線・東部地区で上昇。

(Case -1) - (Case)

(Case -1) - (Case)

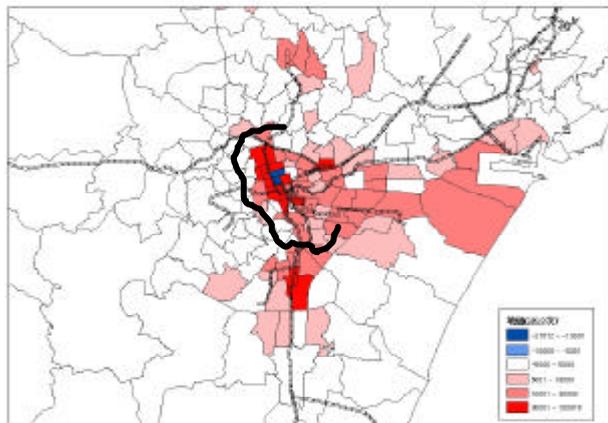
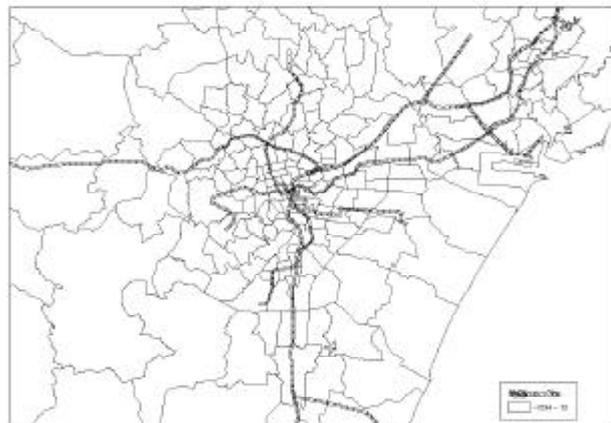


変化なし。

鉄道沿線・東部地区で上昇。

(Case -2) - (Case)

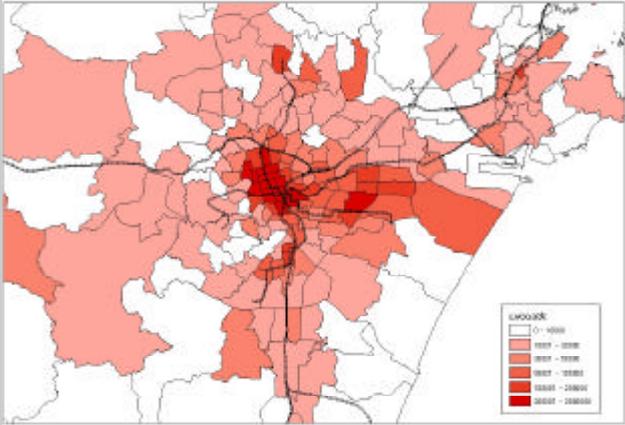
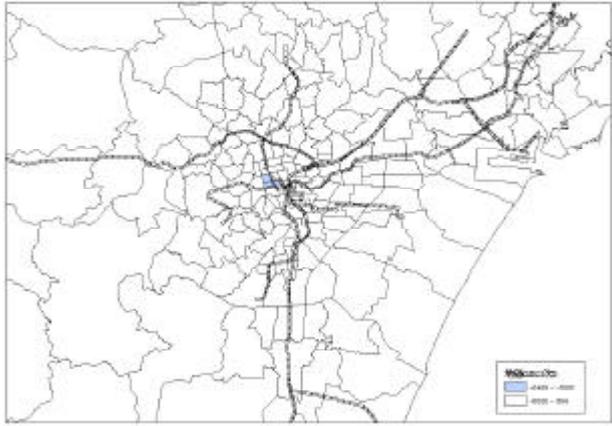
(Case -2) - (Case)



変化なし。

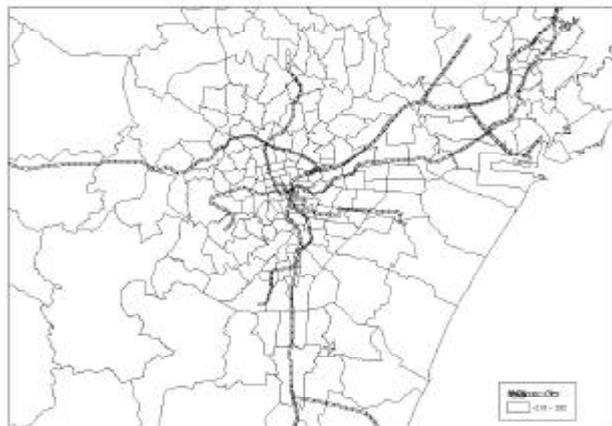
鉄道沿線・東部地区で上昇。

(5) 地価水準の変化対 Case : ゾーン単位の変化(円/m²) ~ 3次産業効果 ~

都市構造 / 施策	趨勢型
<p>Case では、3次従業人口の分布に従い、地価水準が決定される。中心部・鉄道沿線・東部流通地区で地価は高い水準を示す。</p> <p>Case -1、Case 、 -1、 -2 では、従業人口が変化しないため、3次産業が地価へ影響を及ぼす効果は Case と同一である。従って、差は現れない。</p> <p>Case 、 -1、 -2 では、3次産業効果による地価水準は、副都心地区で増加し、南北線沿線と東部流通地区で減少する。理由は、3次従業人口を当該ゾーンへ移転させているからである。 、 -1、 -2 間での地価はほぼ同一水準であり、効果に差は現れない。</p>	<p style="text-align: center;">Case</p>  <p style="text-align: center;">本ケースを基準に他ケースを比較する。</p>
<p style="text-align: center;">公共交通 施策</p>	<p style="text-align: center;">(Case -1) (Case)</p>  <p style="text-align: center;">変化なし</p>
<p style="text-align: center;">T D M、 道路施策</p>	

都心居住型

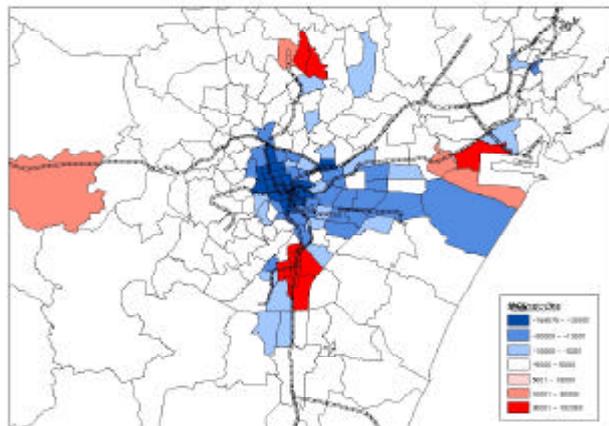
Case - Case



変化なし。

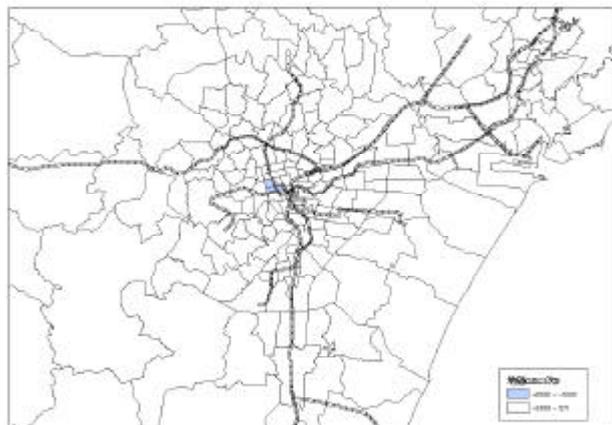
副都心型

Case - Case



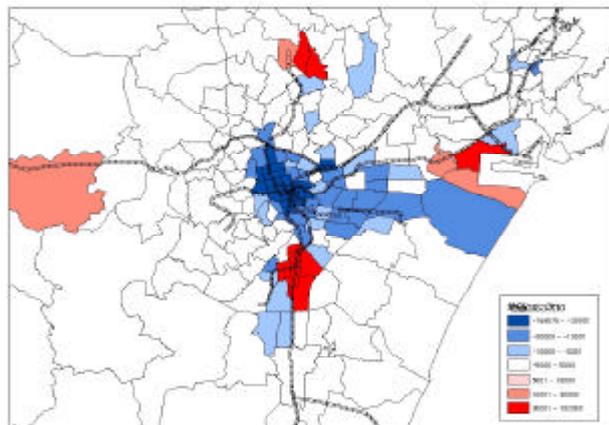
副都心地区で地価上昇。中心部・東部地区で減少。

(Case -1) - (Case)



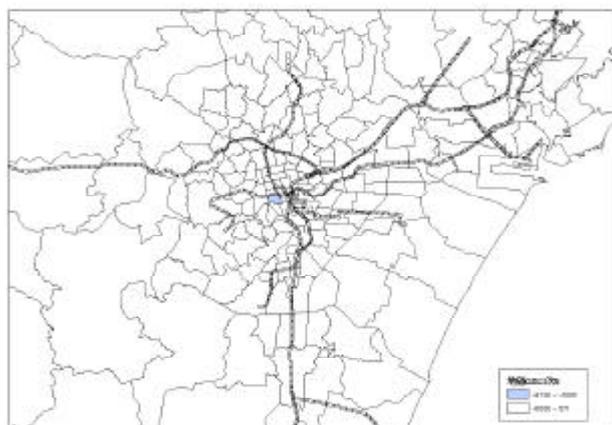
変化なし。

(Case -1) - (Case)



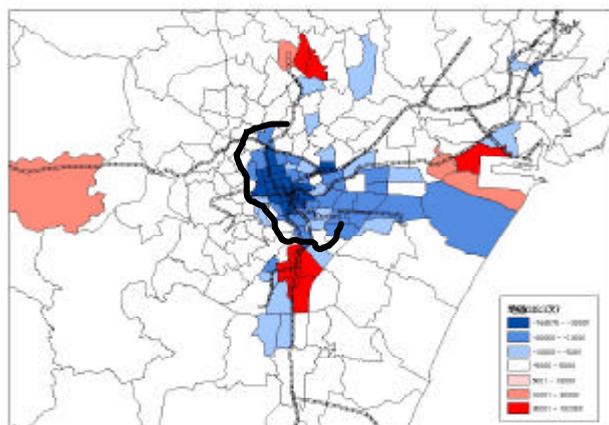
副都心地区で地価上昇。中心部・東部地区で減少。

(Case -2) - (Case)



変化なし。

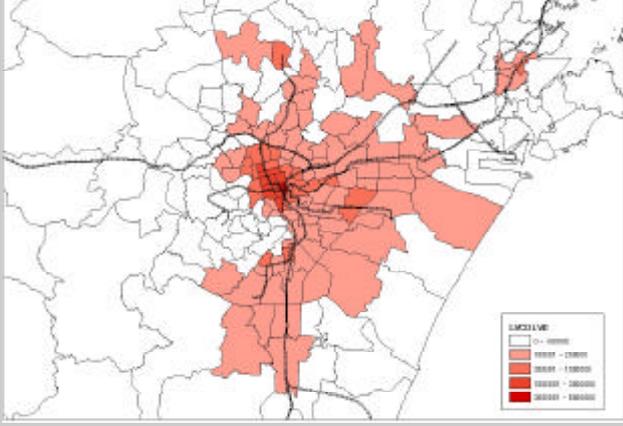
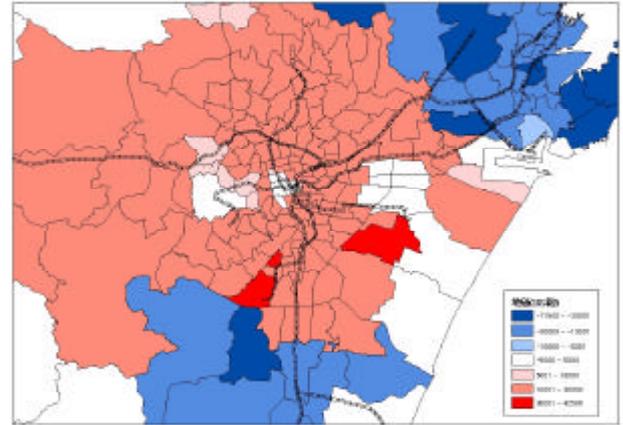
(Case -2) - (Case)



副都心地区で地価上昇。中心部・東部地区で減少。

(6) 地価水準の変化对各 Case (Case 、 、) : ゾーン単位の変化 ~ 全効果 ~

ゾーン別の変化
 ここでは、各 Case 間において施策導入の効果を比較する。
 Case -1 では、基準が Case であるので、先に示した全効果の分布と同一である。
 Case -1、Case -2 については、仙台市内の鉄道沿線ゾーンで地価は上昇している。 -1、 -2 の比較による駐車施策導入の効果は図からは判断できない。
 Case -1 では、鉄道施策導入により中心部・郊外市町村で地価は減少し、仙台市郊外部で地価は上昇する。
 Case -2 については、Case -1 と比較することで環状道路導入の効果が把握でき、環状道路通過ゾーンで地価が上昇していることが分かる。これは、道路整備による利便性向上により夜間人口が当該ゾーンにおいて増加したことによる。環状道路の効果は、主に世帯効果の影響に起因するといえる。

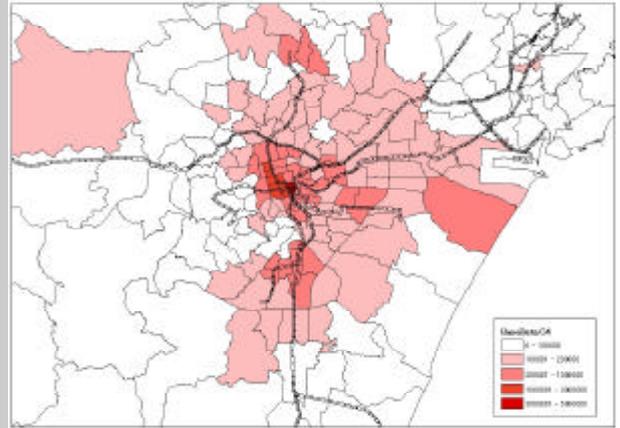
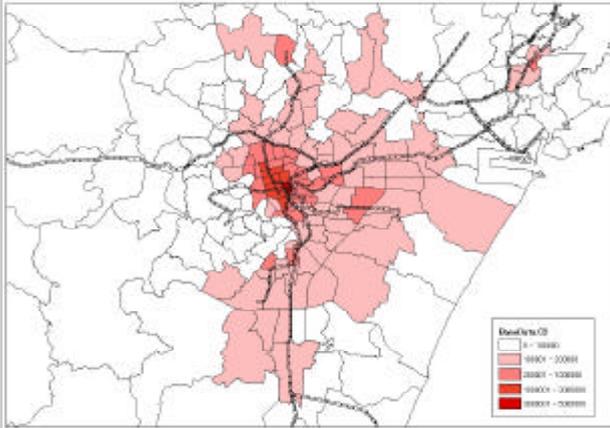
都市構造 / 施策	趨勢型
なし	<p style="text-align: center;">Case</p>  <p>現況の地価分布と類似している。本ケースを基準に他ケースを比較する。</p>
公共交通施策	<p style="text-align: center;">(Case -1) (Case)</p>  <p>仙台市郊外部で地価上昇。郊外市町村で減少。</p>
TDM、道路施策	

都心居住型

副都心型

Case

Case

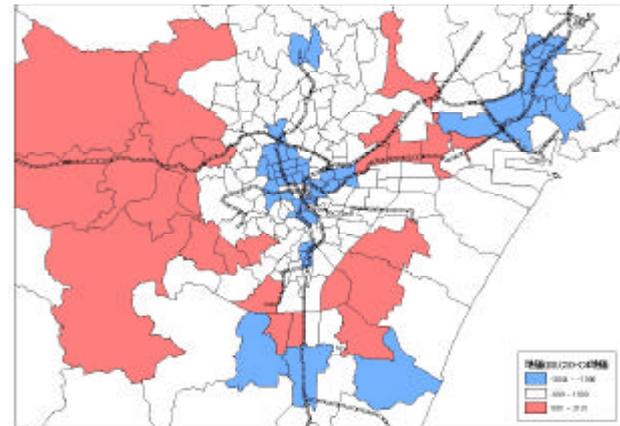
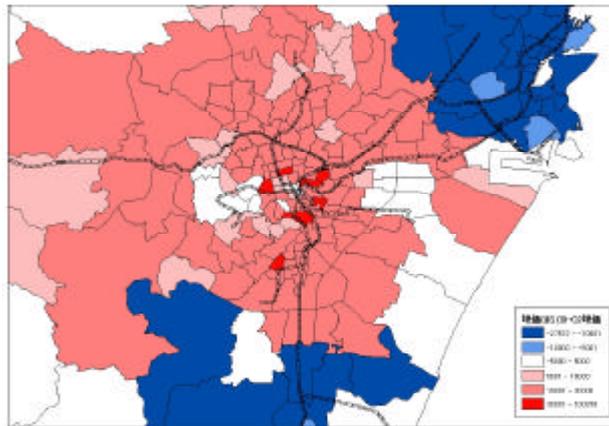


本分布を基準に、Case 交通施策導入効果を検討する。

本分布を基準に Case 交通施策導入効果を検討する

(Case -1) - (Case)

(Case -1) - (Case)

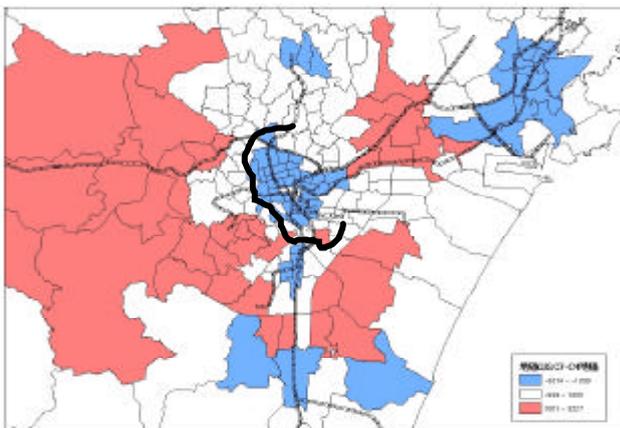
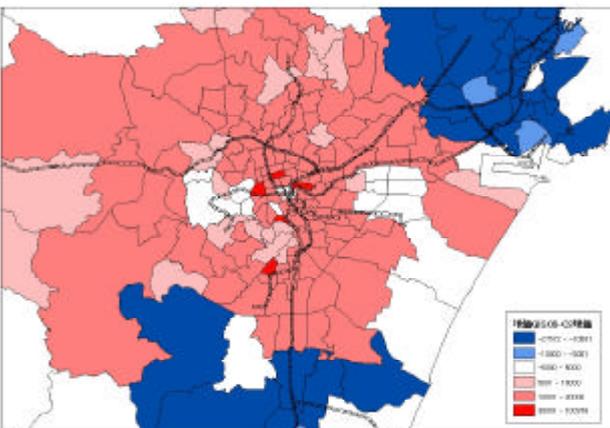


仙台市鉄道沿線と郊外で地価上昇。郊外市町村で減少。

仙台市鉄道沿線で地価上昇。中心部・郊外で減少。

(Case -2) - (Case)

(Case -2) - (Case)



Case -1 と同様の分布である。

Case -1 と比較して、環状道路沿線で地価上昇。

都市圏全体の変化

地価変化(円/㎡) * ゾーン面積値として、都市圏全体での効果合計値をグラフに示す。
対 Case 1 との差分である。

公共交通施策についてみると、Case -1、 -2 が大きい地価変化をもたらす。公共交通施策導入により、人口が郊外に分散し、土地面積が広いゾーンで地価が増加することによる。Case -1 においても、同様の理由で地価増加幅が大きい。

Case 1（都心居住型）は、ゾーン図からも分かる通り、地価増加ゾーンは夜間人口が増加する中心部のみである。他ケースと比較して、影響範囲が狭く効果は最も小さい。

Case -1、 -2 の効果は、Case 1、 -2 と比較して小さい。理由は、3次産業の従業人口が中心部から副都心へ移転・分散化することで、中心部地価が減少し、負の効果が現れるためである。

Case -2 と Case 1 の比較により、環状道路の効果が把握できる。ゾーン図から判断すると、環状道路沿線ゾーンで地価は上昇しているが、都市圏全体で見ると効果額は1億円の減少である。この理由は、環状道路沿道ゾーンで人口増加により地価が増加する分、郊外部で地価が減少するので、正、負の効果が発現し効果がキャンセルされることによる。

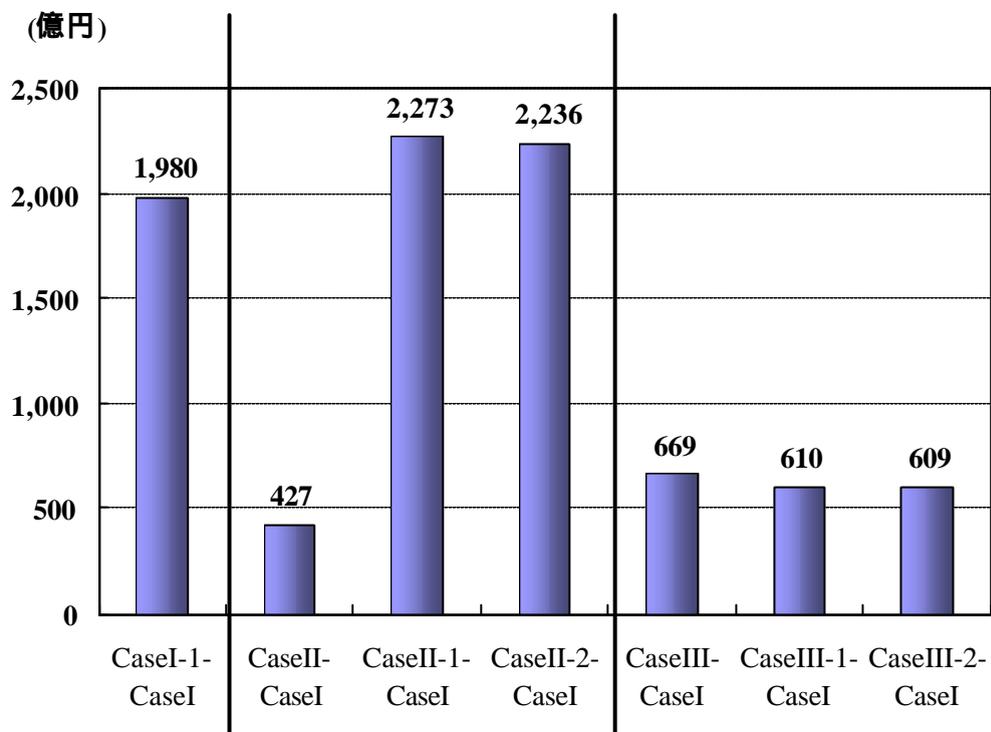
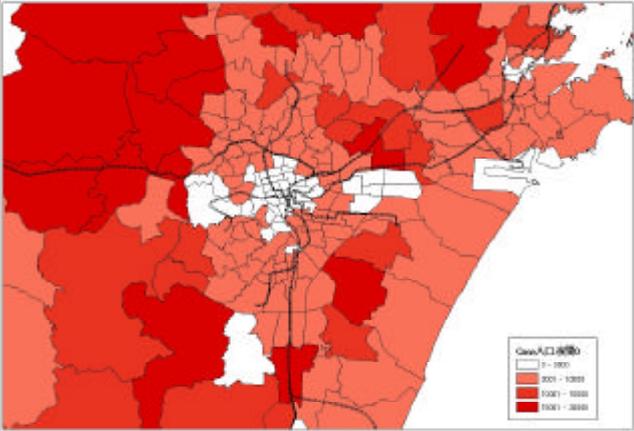
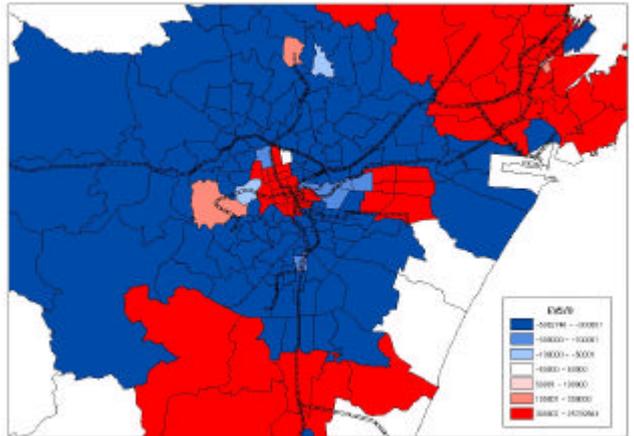


図 5-14 ケース別地価水準変化の総額(対 Case)

(7) 満足度水準(EV)の変化対 Case :ゾーン単位の変化

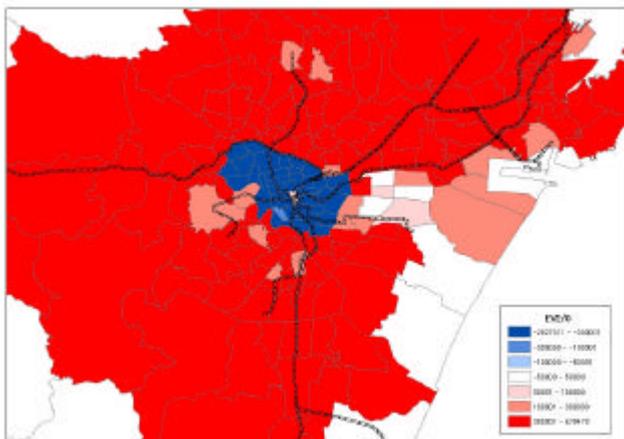
本指標の EV は、満足度指標を金額換算したものである。満足度の構成要因は、所得・地価であり、所得は正の要因、地価は負の要因である。

Case -1、Case では従業人口が変化していないので、生産額が変化せず、結果、所得は一定である。つまり、本指標では、正の要因は働かず、地価の上昇による負の要因のみが効いてくる。この点で本指標は、参考値扱いである。ここでの EV 指標は、ゾーン地価変化図の正、負を逆転させた図にほぼ等しい。

都市構造 / 施策	趨勢型
なし	<p style="text-align: center;">Case</p>  <p style="text-align: center;">参考として、基準となる Case 人口を示す。</p>
公共交通 施策	<p style="text-align: center;">(Case -1) (Case)</p>  <p style="text-align: center;">中心部・郊外市町村で増加、仙台市郊外部で減少。</p>
T D M、 道路施策	

都心居住型

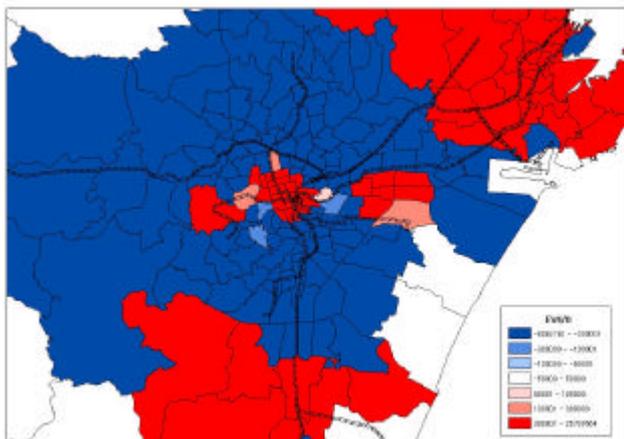
Case - Case



中心部で減少、郊外部で増加。

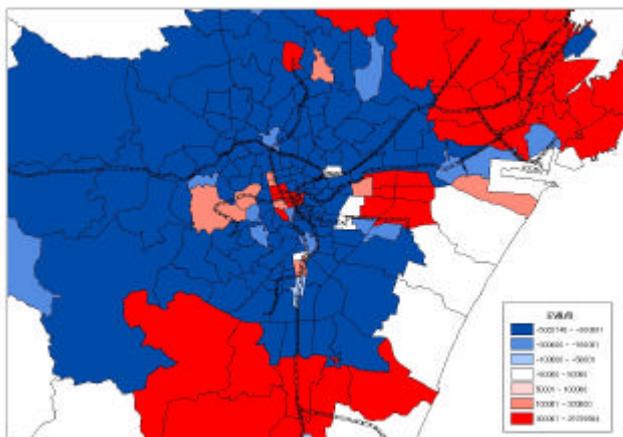
副都心型

Case - Case



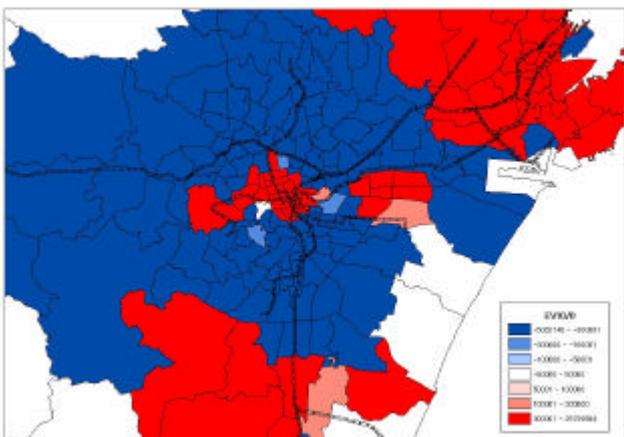
中心部・郊外市町村で増加、仙台市郊外部で減少。

(Case -1) - (Case)



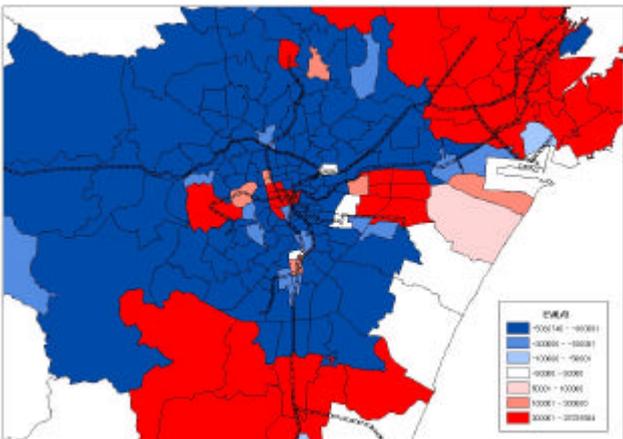
中心部・郊外市町村で増加、仙台市郊外部で減少。

(Case -1) - (Case)



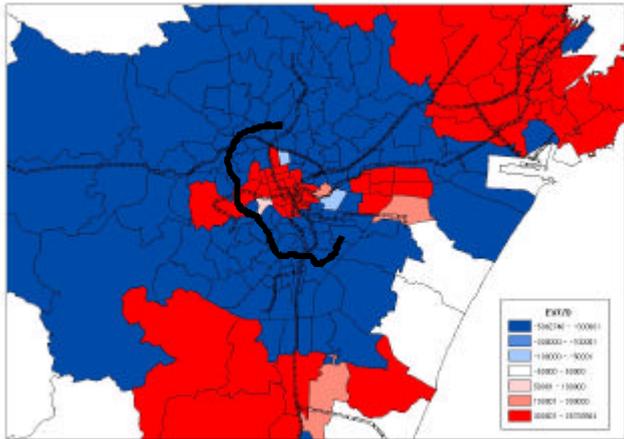
中心部・郊外市町村で増加、仙台市郊外部で減少。

(Case -2) - (Case)



中心部・郊外市町村で増加、仙台市郊外部で減少。

(Case -2) - (Case)



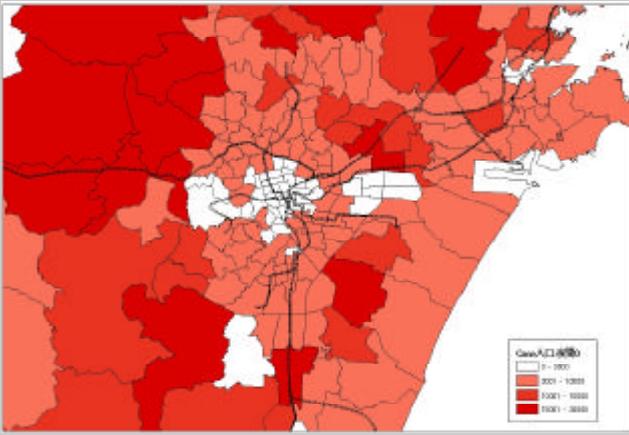
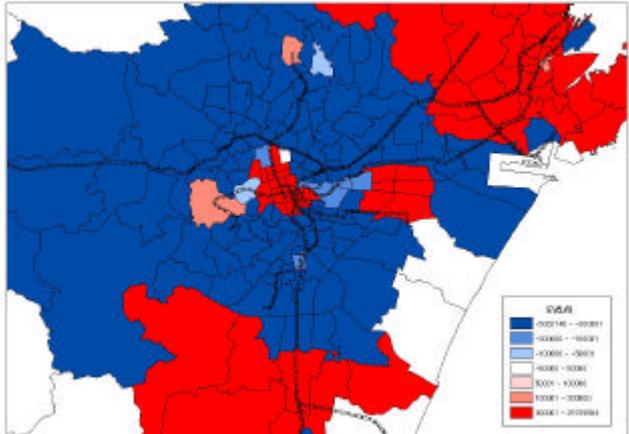
中心部・郊外市町村で増加、仙台市郊外部で減少。

(8) 満足度水準(EV)の変化对各 Case (Case 、 、) :ゾーン単位の変化

ゾーン別の変化

ここでは、各 Case 間において施策導入の効果を比較する。

本指標においても、地価が負の効果として効いており、先の「地価水準の変化(对各 Case)」の分布図の正、負を逆転させた図にほぼ等しい結果となる。

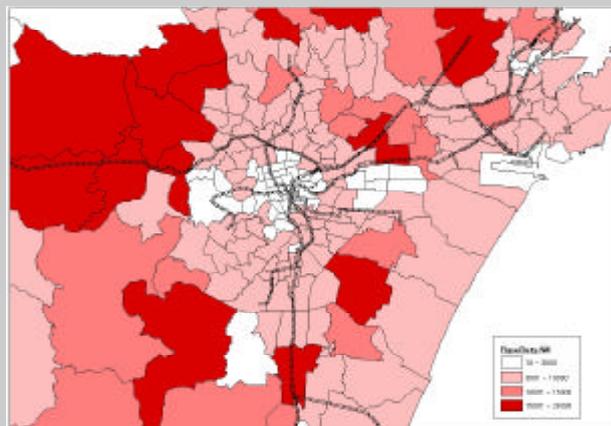
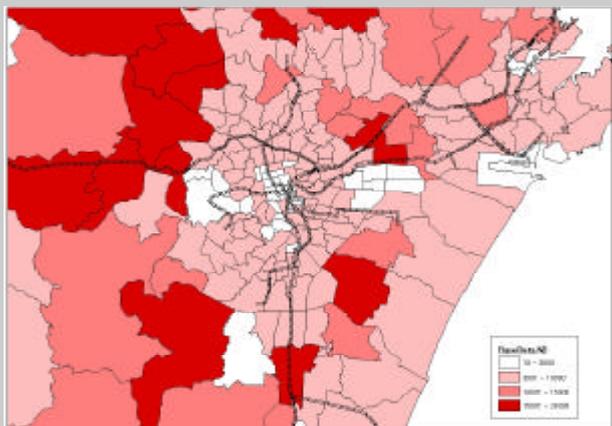
都市構造 / 施策	趨勢型
なし	<p style="text-align: center;">Case</p>  <p style="text-align: right;">Case人口水準</p> <p style="text-align: right;">000146 - 000000 000000 - 000000 000000 - 000000 000000 - 000000</p> <p>参考として、基準となる Case 人口を示す。</p>
公共交通 施策	<p style="text-align: center;">(Case -1) (Case)</p>  <p style="text-align: right;">EV水準</p> <p style="text-align: right;">000146 - 000000 000000 - 000000 000000 - 000000 000000 - 000000 000000 - 000000</p> <p>中心部・郊外市町村で増加、仙台市郊外部で減少</p>
TDM、 道路施策	

都心居住型

副都心型

Case

Case

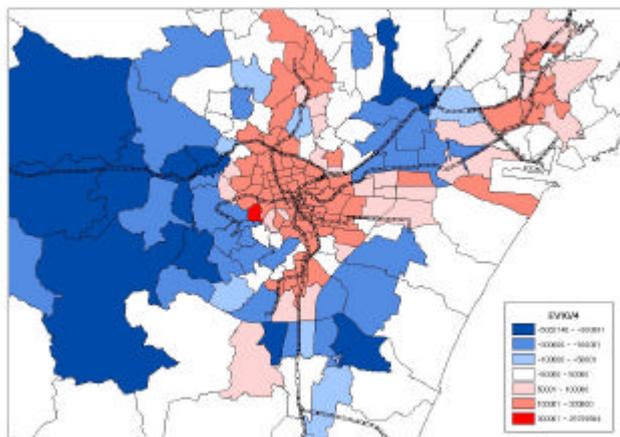
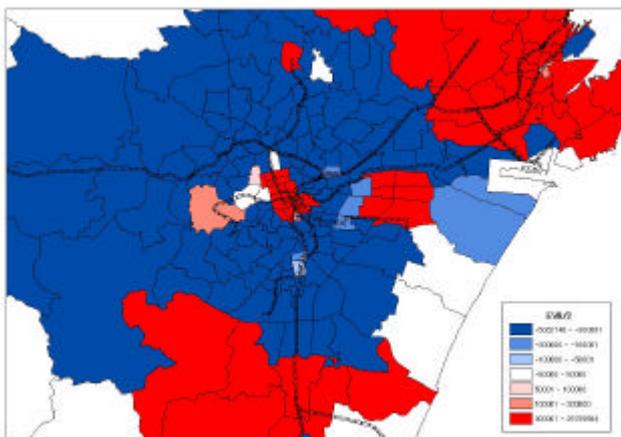


参考として、基準となるCase 人口を示す。

参考として、基準となるCase 人口を示す。

(Case -1) - (Case)

(Case -1) - (Case)

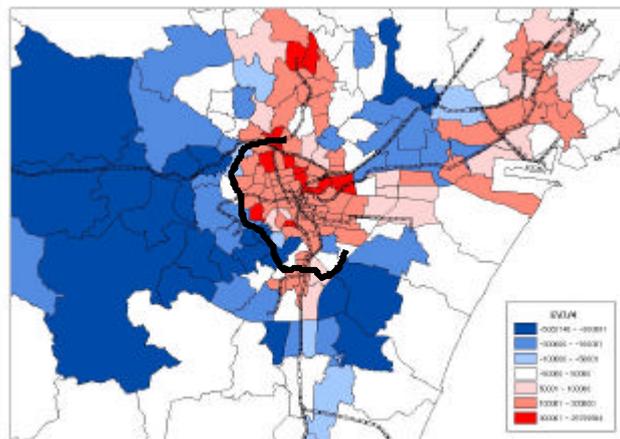
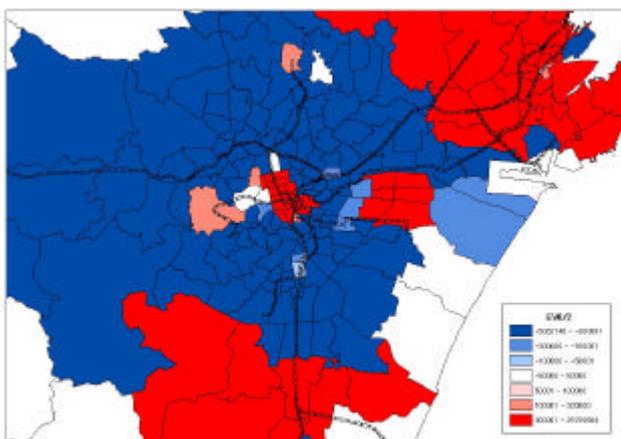


中心部・郊外市町村で増加、仙台市郊外部で減少。

南北線沿線・東部地区で増加、仙台市郊外部で減少。

(Case -2) - (Case)

(Case -2) - (Case)



中心部・郊外市町村で増加、仙台市郊外部で減少。

南北線沿線・東部地区で増加、仙台市郊外部で減少。

都市圏全体の変化

1人当たり支払い指標額(EV:円/人) * ゾーン人口を掛けて、都市圏全体での合計値をグラフに示す。EVは、ゾーンに居住する人ベースでの評価指標であり、人に帰着する満足度指標を円単位で示したものである。

Case -1 が大きい効果をもたらす。公共交通施策の導入により、鉄道沿線の多くの居住者が効果を受けることによる。

Case が低い理由は、効果が大きい都心ゾーンには夜間人口が少ないことによる。

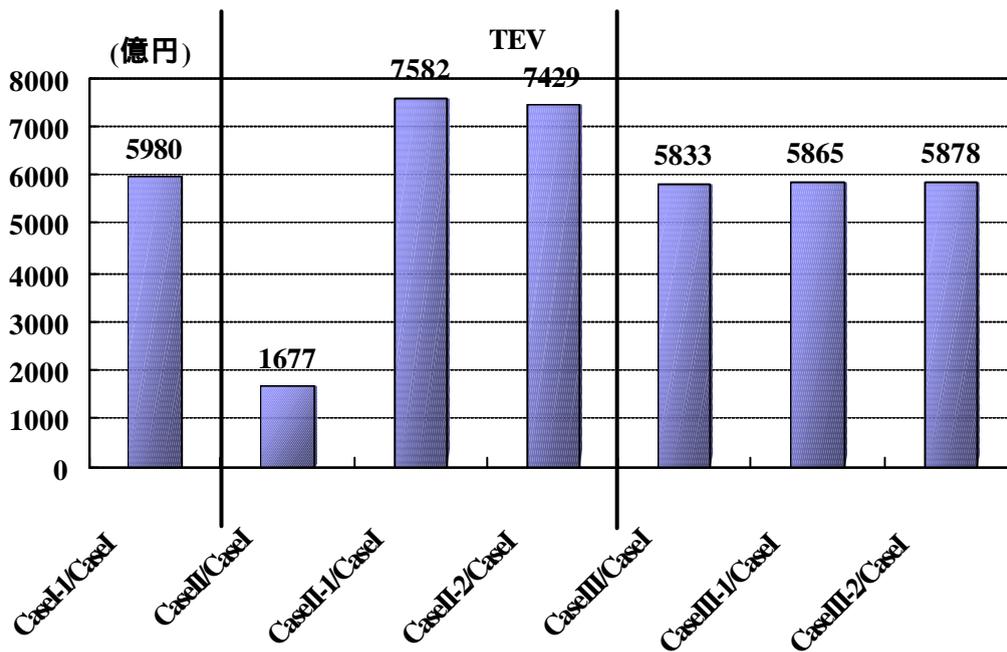


図 5-15 ケース別満足度変化の総額

5 - 6 . まとめと今後の課題

(1) 分析のまとめ

本分析は、交通施策による土地利用変化が仙台都市圏の経済活動へ与える影響を定量的に把握したものである。夜間・従業人口の分布は土地利用モデルから外生的に与えられる統合型モデルの枠組みを取る。評価指標として、市町村別の総生産変化、ゾーン別の地価水準変化・効用水準変化を示した。

分析の結果、地価水準の変化で把握すると、以下の結論が得られる。

公共交通施策導入は、人口を郊外に分散させ、土地面積が広いゾーンで地価が増加する結果、地価増加幅は大きく、効果大となる。

副都心型都市構造は、効果額は小さい結果となる。理由は、2次・3次産業従業人口が中心部から副都心へ移転・分散化することで、中心部地価が減少し、マイナス効果が現れることによる。

以上の結果として、交通施策の導入が都市圏の経済水準を高めることが分かった。

(2) 今後の課題

本経済評価モデルでは、生産水準変化や人口増加がCO₂、NO_x等をどの程度増加させるかについて、環境部門との因果関係を考慮しなかった。今後の課題として、環境評価モデルとの連動が必要であると考ええる。

地価関数について、説明変数として交通費用を取り入れた推定を試みたが、統計的に有意なパラメータ値は得られなかった。評価式では、地価関数に交通費用が入っていないため、ゾーン別のトレードオフ関係(都心は地価が高いが交通費は少ない、一方、郊外は地価は安いが交通費が高い)が捉えられず、EV 評価が多面的に捉えられない結果となった。今後の課題として、ゾーン間のトレードオフ関係を考慮できる各変数の同時決定的な評価モデルの構築が必要と考える。

第 6 章 . 都市環境施策の総合評価

第6章．都市環境施策の総合評価

6 - 1 ．評価方法

(1) 各評価モデルから算出される評価指標

本研究の活動モデル、評価モデルにおいて算出される評価指標は、以下に示すとおりである。これら指標は、活動の状況、環境負荷・生活の質・経済面での評価を行うための指標である。

活動モデル

活動モデルに関する評価指標は、次表のとおりである。また、シミュレーション過程において入出力される変数についても出力可能である。

表 6-1 交通モデルの評価指標

指標	地区	都市圏
交通手段別トリップ数	(ゾーン)	
目的別トリップ長、分布	(ゾーン)	
交通手段別トリップ長、分布	(ゾーン)	
目的別トリップ長、分布	(ゾーン)	
自動車台キロ	(ゾーン)	
道路混雑度	(リンク、ゾーン)	

表 6-2 土地利用モデルの評価指標

指標	地区	都市圏
夜間人口	(ゾーン)	
従業人口	(ゾーン)	
人口モーメント	-	

評価モデル

評価モデルから出力される評価指標は、次表のとおりである。

表 6-3 環境負荷評価モデルの評価指標

指標	地区	都市圏	(備考)
CO ₂ 排出量	(メッシュ、ゾーン)		
NO _x 排出量	(メッシュ、ゾーン)		
NO ₂ 濃度	(メッシュ、ゾーン)		曝露人口、環境目標超過メッシュ数
騒音	(メッシュ、リンク)		平日(昼間)、平日(夜間)、休日(昼間)、休日(夜間)

表 6-4 生活の質評価モデルの評価指標

指標	地区	都市圏	(備考)
利便性	(ゾーン)		
快適性	(ゾーン)		
安全性	(ゾーン)		
環境負荷(NO ₂) (騒音)	(メッシュ、ゾーン) (メッシュ、リンク)	- -	環境負荷評価モデルより

表 6-5 経済評価モデルの評価指標

指標	地区	都市圏	(備考)
地価	(ゾーン)		
産業別生産額	(ゾーン)		
CV, EV	(ゾーン)		

: 絶対評価(基準あり)

: 相対評価

: 参考

(2) 総合評価の流れ

総合評価の流れ

総合評価にあたり、まず、都市環境施策（都市構造、交通施策、民生施策）について、3つの評価軸（環境負荷、生活の質、経済）からみた個別の評価を行う。都市環境施策の評価の順番は、最初に都市構造の評価を行い、次に各都市構造について交通施策を組み合わせた評価を行い、最後に民生施策の評価を行うこととした。

総合評価の段階では、都市構造と交通施策を組み合わせた施策について、3つの評価モデルからの典型的な評価値について視覚的表現方法を検討する。

総合評価では、都市圏合計の評価値を用いる。

評価値の整理方法

評価値の整理は、基本的に、様々な評価ケースにおける評価値をわかりやすく表現することを基本におく。

各評価値は、先ず一覧表にケース間の差・比を示し、次に主要な評価指標についてレーダーチャートを作成する。レーダーチャートでは評価値を基準化するため偏差値で示す。総合評価の段階では、その他の図表表現を含めた視覚的にわかりやすい表現方法を検討する。

【個別施策の評価】

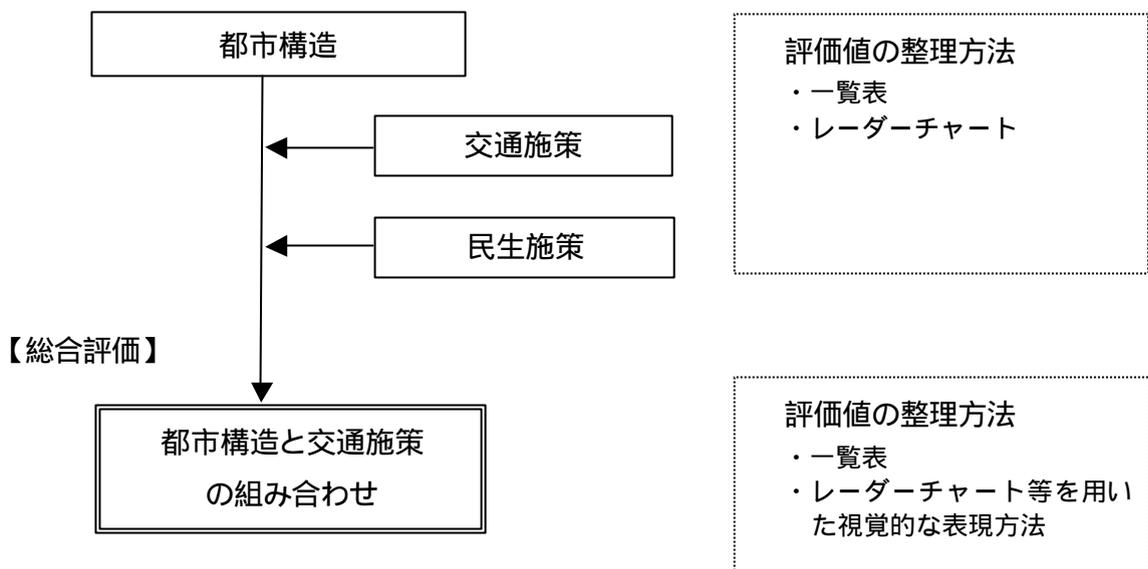


図 6-1 総合評価の流れ

6 - 2 . 都市環境施策の総合評価

先ず活動モデルの推計結果を整理し、次に3つの評価モデルによる個別評価を行うこととした。

推計結果、評価結果は、一覧表とレーダーチャートで示すこととした。レーダーチャートでは、評価値を基準化するため偏差値で表示している。偏差値は、民生施策に関わるケースを除く全てのケース（P26、表2-10参照）をサンプルとして算出した。

(1) 都市構造の評価

活動モデル

趨勢型都市構造に対し、都心居住型は人口モーメントが小さくなることにより自動車トリップ数およびトリップ長が減少する。副都心型は、人口モーメントが大きくなり自動車トリップ数、トリップ長ともに増加している。活動モデルの推計結果については、都市構造、交通施策の効果を端的に示していと考えられる、人口モーメント、自動車トリップ数、自動車平均トリップ長を用い、レーダーチャートを作成した。

表 6-6 活動モデルの推計結果（都市構造）

ケース	手段別トリップ数 (千トリップ/日)			平均トリップ長 (km)				自動車台キロ (万台km)		人口 モーメント
	全手段	自動車	鉄道	全目的	通勤	業務	自動車	都市圏	都心部	
Case 趨勢型	3,607	171	45	5.16	7.57	5.76	6.76	1,965	266	1.000
差	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
比	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Case 都心居住型	3,607	170	42	5.01	7.36	7.54	6.72	1,955	267	0.975
差	0.0	-1.0	-3.0	-0.2	-0.2	1.8	-0.0	-10.0	1.0	-0.0
比	0.0%	-0.6%	-6.7%	-2.9%	-2.8%	30.9%	-0.6%	-0.5%	0.4%	-2.5%
Case 副都心型	3,607	176	42	5.07	7.53	6.03	6.77	2,014	269	1.018
差	0.0	5.0	-3.0	-0.1	-0.0	0.3	0.0	49.0	3.0	0.0
比	0.0%	2.9%	-6.7%	-1.7%	-0.5%	4.7%	0.1%	2.5%	1.1%	1.8%
(参考)現況	3,460	165	34	4.84	7.08	6.04	6.46	1,890	260	-

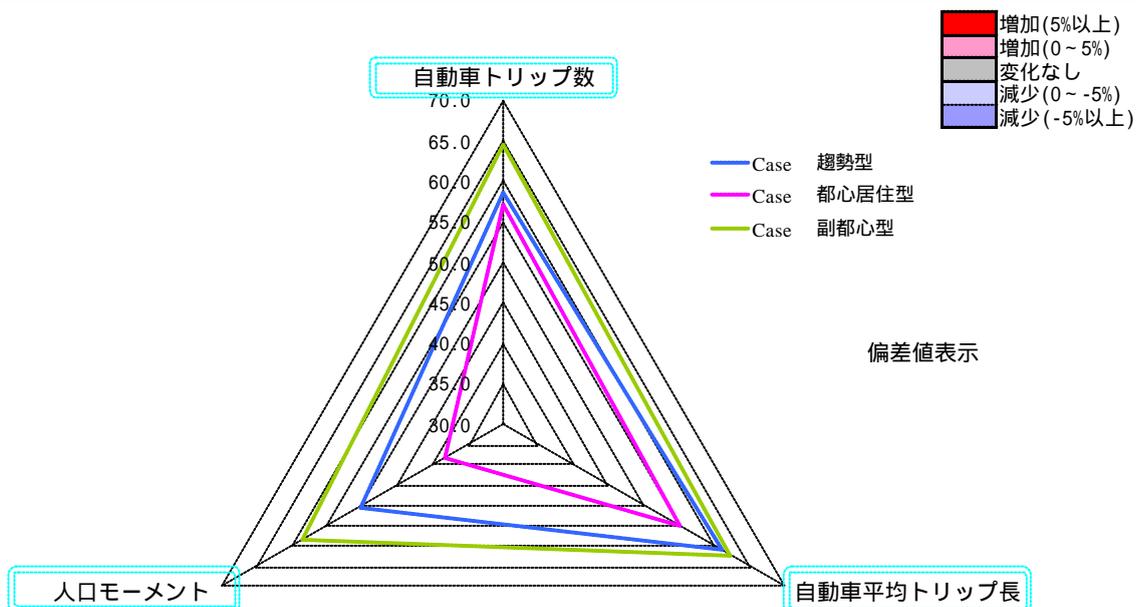


図 6-2 活動モデルの推計結果（都市構造）

評価モデル

1) 環境負荷評価モデル

趨勢型都市構造に対し、都心居住型は自動車交通量が減少することにより CO₂ 排出量は減少するが、NO₂ 曝露人口は増加する。一方、副都心型は、自動車交通量が増加することにより CO₂ 排出量は増加するものの、人口が分散することにより NO₂ 曝露人口は大幅に減少する。環境負荷評価モデルの結果については、都市構造、交通施策の効果を端的に示していると考えられる。CO₂ 排出量、NO₂ 曝露人口、騒音が基準値を超えている道路延長（平日、昼間）を用いレーダーチャートを作成した。

表 6-7 環境負荷評価モデルの評価結果（都市構造）

ケース	CO ₂ 排出量 t/年	NO _x 排出量 t/年	NO ₂				騒音 基準超過道路延長割合(%)				
			曝露人口 (人)	都市圏	青葉区	宮城野区	若林区	平日 (昼間)	平日 (夜間)	休日 (昼間)	休日 (夜間)
Case 趨勢型	6095	3125	156283	27	24	1	2	37.7%	41.3%	23.6%	26.2%
差	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
比	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Case 都心居住型	6063	3115	188555	31	28	1	2	37.5%	41.3%	23.2%	26.0%
差	-32.0	-10.0	32,272.0	4.0	4.0	0.0	0.0	-0.0	0.0	-0.0	-0.0
比	-0.5%	-0.3%	20.6%	14.8%	16.7%	0.0%	0.0%	-0.5%	0.0%	-1.7%	-0.8%
Case 副都心型	6257	3166	25661	7	6	1	0	38.7%	42.5%	24.5%	26.8%
差	162.0	41.0	-130,622.0	-20.0	-18.0	0.0	-2.0	0.0	0.0	0.0	0.0
比	2.7%	1.3%	-83.6%	-74.1%	-75.0%	0.0%	-100.0%	2.7%	2.9%	3.8%	2.3%
(参考)現況	5871	7561	314162	187	81	51	55	57.8%	59.0%	41.4%	40.2%

■ 効果(5%以上)
■ " (0~5%)
■ 変化なし
■ 効果：負(0~-5%)
■ " (-5%以上)

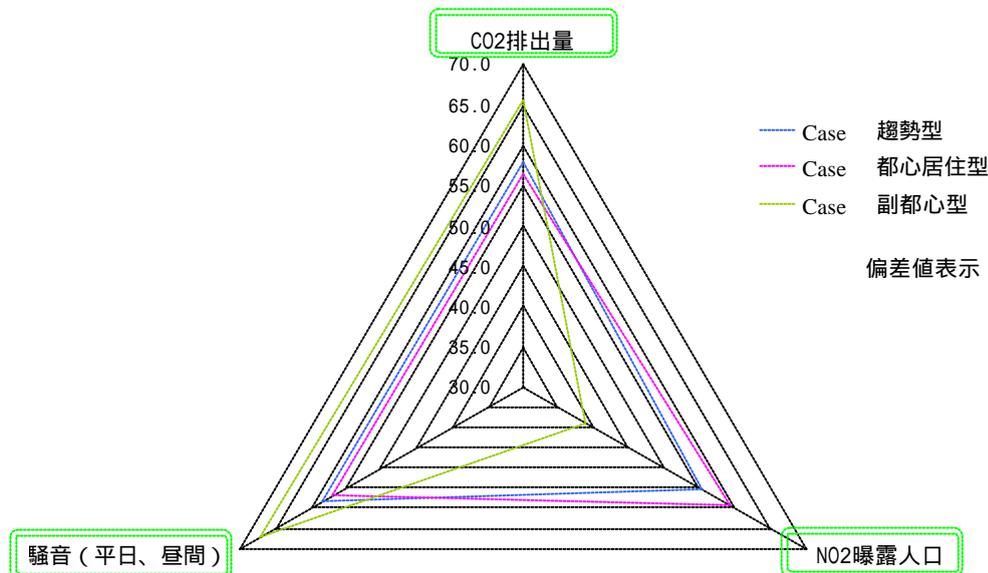


図 6-3 環境負荷評価モデルの評価結果（都市構造）

2) 生活の質評価モデル

趨勢型都市構造に対し、都心居住型は利便性が向上するが安全性は低下する。一方、副都心型は、やや利便性が低下する。

表 6-8 生活の質評価モデルの評価結果（都市構造）

ケース		利便性	安全性
Case 趨勢型		47.4	50.5
	差	0.0	0.0
	比	0.0%	0.0%
Case 都心居住型		48.0	49.8
	差	0.6	-0.8
	比	1.3%	-1.5%
Case 副都心型		47.4	50.5
	差	0.0	0.0
	比	-0.1%	0.0%
(現況)参考		-	-

■ 効果(5%以上)
■ " (0~5%)
■ 変化なし
■ 効果：負(0~-5%)
■ " (-5%以上)

3) 経済評価モデル

趨勢型都市構造に対し、都心居住型は地価がやや増加する。副都心型は3次産業の生産額が増加する。レーダーチャートは、相対指標であるEVを除く指標で作成した。

表 6-9 経済評価モデルの評価結果（都市構造）

ケース	地価(億円)	生産額(億円)		EV(億円)
		2次	3次	
Case 趨勢型	318,381	7378	35726	-
	差	0.0	0.0	-
	比	0.0%	0.0%	-
Case 都心居住型	318,808	7378	35726	1677
	差	427	0.0	0.0
	比	0.1%	0.0%	0.0%
Case 副都心型	319,050	8963	33585	5833
	差	669	1,585	-2,141
	比	0.2%	21.5%	-6.0%
(参考)現況	255642	8155	32797	-

■ 効果(5%以.
■ " (0~5%)
■ 変化なし
■ 効果：負((
■ " (-5)

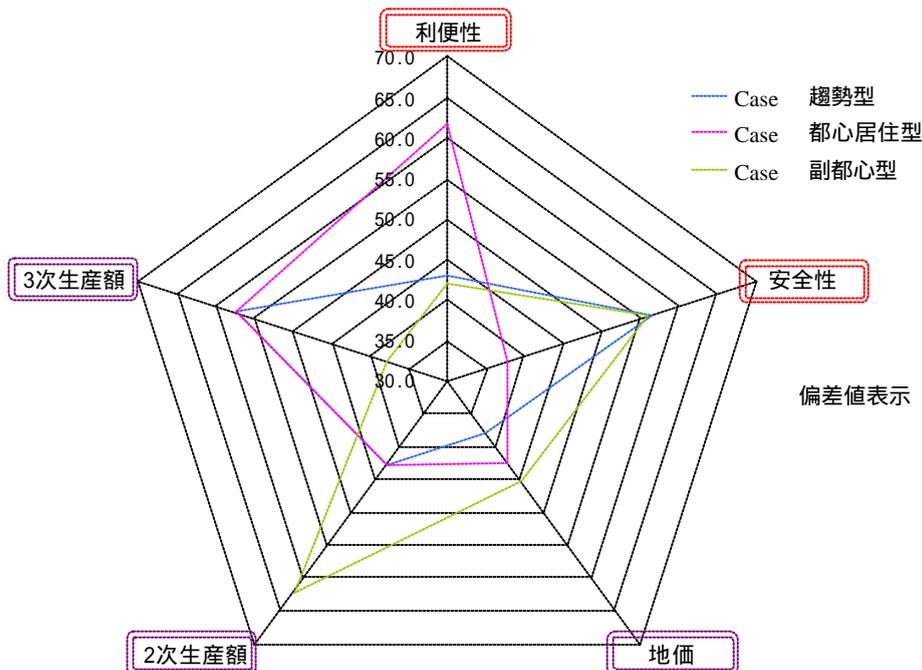


図 6-4 生活の質・経済評価モデルの評価結果（都市構造）

(2) 交通施策の評価

推計結果、評価結果は、一覧表とレーダーチャートで示すこととした。レーダーチャートでは、評価値を基準化するため偏差値で表示している。偏差値は、民生施策に関わるケースを除く全てのケースをサンプルとして算出した。

活動モデル

交通施策の評価にあたっては、まず、各都市構造に公共交通施策を導入したケースを比較する。次に、都心居住型都市構造に着目し、公共交通施策、TDM 施策（都心部流入抑制）を行った場合の評価を行う。副都心型都市構造に対しては、公共交通施策、環状道路整備を行った場合の評価を行う。

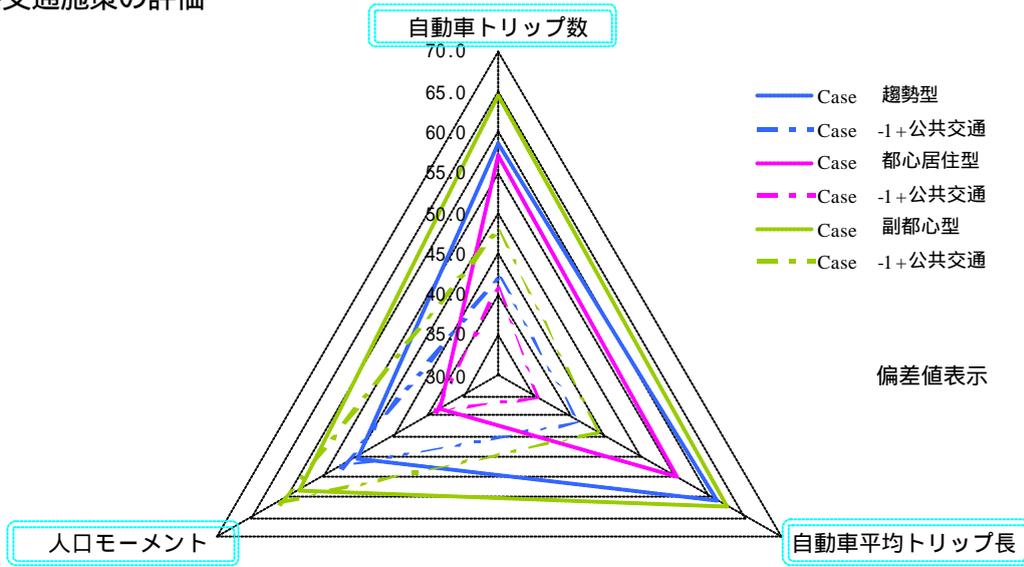
公共交通施策を行ったケースは、いずれの都市構造においても自動車交通量が減少する。都心居住型に着目すると、公共交通施策を行うことにより自動車交通量が減少し、さらに都心部への自動車流入抑制を行うと自動車トリップ長が増加するもののトリップ数は減少し自動車交通量は減少する。副都心型においては、公共交通施策を行うと自動車交通量は減少するが、環状道路を整備するとやや自動車交通量は増加する。

(公共交通施策の評価) 表 6-10 活動モデルの推計結果 (交通施策)

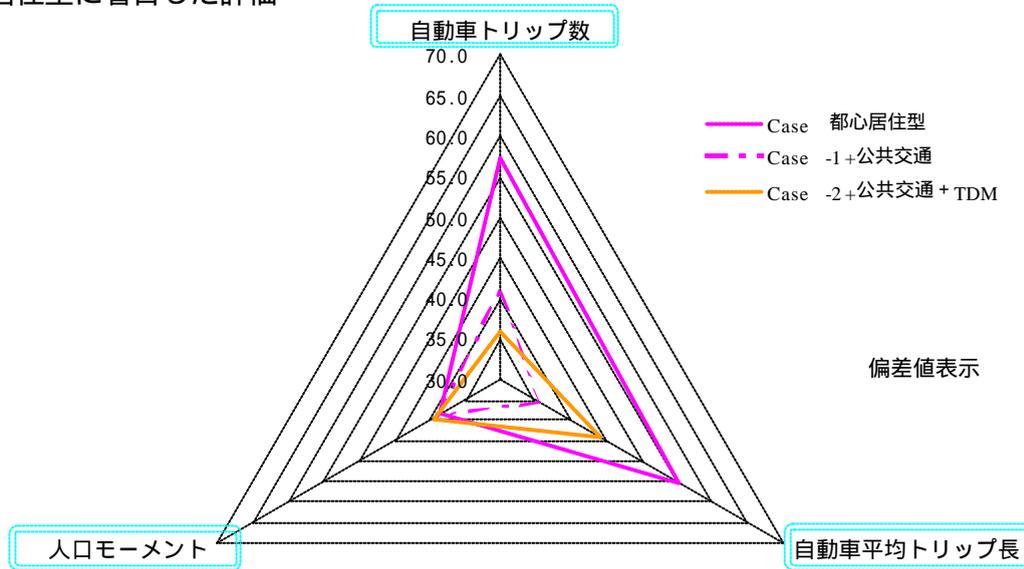
ケース	手段別トリップ数 (千トリップ/日)			平均トリップ長 (km)				自動車台キロ (万台km)		人口 モーメント
	全手段	自動車	鉄道	全目的	通勤	業務	自動車	都市圏	都心部	
Case 趨勢型	3607	171	45	5.16	7.57	5.76	6.76	1965	266	1.000
差	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
比	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Case -1 + 公共交通	3607	157	59	5.31	7.78	5.84	6.62	1845	247	1.005
差	0.0	-14.0	14.0	0.1	0.2	0.1	-0.1	-120.0	-19.0	0.0
比	0.0%	-8.2%	31.1%	2.9%	2.8%	1.4%	-2.1%	-6.1%	-7.1%	0.5%
Case 都心居住型	3607	170	42	5.01	7.36	5.74	6.72	1955	267	0.975
差	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
比	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Case -1 + 公共交通	3607	156	55	5.13	7.53	5.81	6.58	1836	249	0.976
差	0.0	-14.0	13.0	0.1	0.2	0.1	-0.1	-119.0	-18.0	0.0
比	0.0%	-8.2%	31.0%	2.4%	2.3%	1.2%	-2.1%	-6.1%	-6.7%	0.1%
Case 副都心型	3607	176	42	5.17	7.53	6.03	6.77	2014	269	1.018
差	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
比	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Case -1 + 公共交通	3607	162	56	5.32	7.74	6.1	6.64	1894	251	1.024
差	0.0	-14.0	14.0	0.2	0.2	0.1	-0.1	-120.0	-18.0	0.0
比	0.0%	-8.0%	33.3%	2.9%	2.8%	1.2%	-1.9%	-6.0%	-6.7%	0.6%
(都心居住型に着目した評価 ...TDM)										
Case 都心居住型	3607	170	42	5.01	7.36	5.71	6.72	1955	267	0.975
差	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
比	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Case -1 + 公共交通	3607	156	55	5.13	7.53	5.81	6.58	1836	249	0.976
差	0.0	-14.0	13.0	0.1	0.2	0.1	-0.1	-119.0	-18.0	0.0
比	0.0%	-8.2%	31.0%	2.4%	2.3%	1.8%	-2.1%	-6.1%	-6.7%	0.1%
Case -2 + 公共交通 + TDM	3607	152	57	5.14	7.54	5.88	6.64	1813	240	0.977
差	0.0	-18.0	15.0	0.1	0.2	0.2	-0.1	-142.0	-27.0	0.0
比	0.0%	-10.6%	35.7%	2.6%	2.4%	3.0%	-1.2%	-7.3%	-10.1%	0.2%
(副都心型に着目した評価 ...環状道路)										
Case 副都心型	3607	176	42	5.17	7.53	6.03	6.77	2014	269	1.018
差	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
比	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Case -1 + 公共交通	3607	162	56	5.32	7.74	6.1	6.64	1894	251	1.024
差	0.0	-14.0	14.0	0.2	0.2	0.1	-0.1	-120.0	-18.0	0.0
比	0.0%	-8.0%	33.3%	2.9%	2.8%	1.2%	-1.9%	-6.0%	-6.7%	0.6%
Case -2 + 公共交通 + 環状道路	3607	167	53	5.38	7.82	6.15	6.73	1932	279	1.023
差	0.0	-9.0	11.0	0.2	0.3	0.1	-0.0	-82.0	10.0	0.0
比	0.0%	-5.1%	26.2%	4.1%	3.9%	2.0%	-0.6%	-4.1%	3.7%	0.5%

■ 増加(5%以上)
■ 増加(0~5%)
■ 変化なし
■ 減少(0~-5%)
■ 減少(-5%以上)

公共交通施策の評価



都心居住型に着目した評価



副都心型に着目した評価

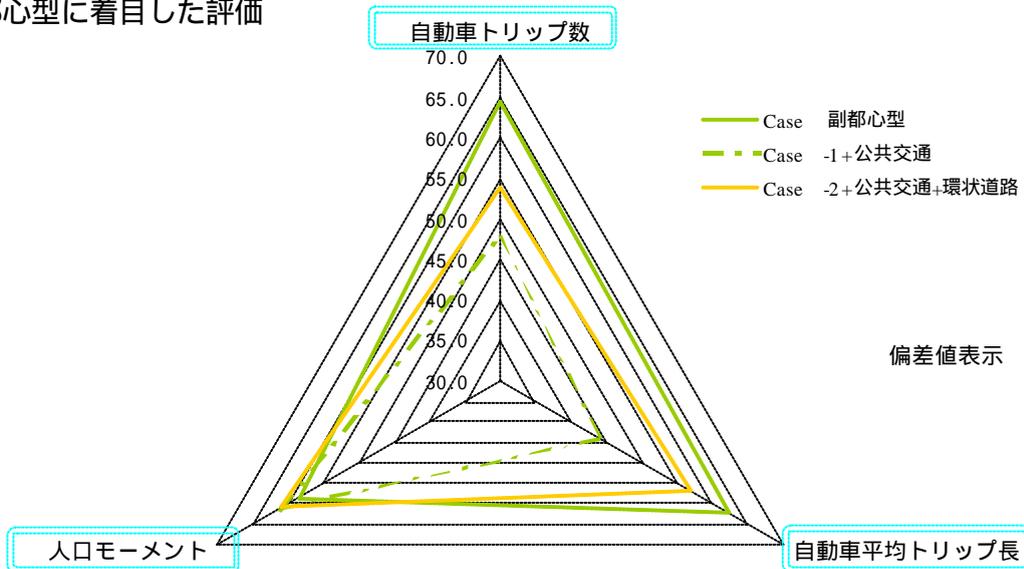


図 6-5 活動モデルの推計結果 (交通施策)

評価モデル

1) 環境負荷評価モデル

公共交通施策を行ったケースは、いずれの都市構造においても CO₂ 排出量、騒音が減少する。都心居住型に着目すると、公共交通施策、都心部流入施策を行うことにより CO₂ 排出量、騒音が減少する。副都心型においては、公共交通施策を行うと CO₂ 排出量、騒音は減少するが、環状道路を整備するとやや CO₂ はやや増加する。

表 6-11 環境負荷評価モデルの評価結果 (交通施策)

(公共交通施策の評価)

ケース	CO ₂ 排出量 t/年	NO _x 排出量 t/年	NO ₂ 曝露人口 (人)	NO ₂ 環境目標超過メッシュ数(個)				騒音 基準超過道路延長割合(%)			
				都市圏	青葉区	宮城野区	若林区	平日 (昼間)	平日 (夜間)	休日 (昼間)	休日 (夜間)
Case 趨勢型	6095	3125	156283	27	24	1	2	37.7%	41.3%	23.6%	26.2%
差	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
比	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Case -1 + 公共交通	5751	3048	155889	25	22	1	2	35.7%	39.9%	21.5%	25.1%
差	-344.0	-77.0	-394.0	-2.0	-2.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
比	-5.6%	-2.5%	-0.3%	-7.4%	-8.3%	0.0%	0.0%	-5.3%	-3.4%	-8.9%	-4.2%
Case 都心居住型	6063	3115	188555	31	28	1	2	37.5%	41.3%	23.2%	26.0%
差	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
比	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Case -1 + 公共交通	5725	3039	177389	30	27	1	2	35.8%	39.5%	21.3%	25.1%
差	-338.0	-76.0	-11,166.0	-1.0	-1.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
比	-5.6%	-2.4%	-5.9%	-3.2%	-3.6%	0.0%	0.0%	-4.5%	-4.4%	-8.2%	-3.5%
Case 副都心型	6257	3166	25661	7	6	1	0	38.7%	42.5%	24.5%	26.8%
差	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
比	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Case -1 + 公共交通	5909	3086	24337	6	6	0	0	36.6%	41.2%	22.9%	25.7%
差	-348.0	-80.0	-1,324.0	-1.0	0.0	-1.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
比	-5.6%	-2.5%	-5.2%	-14.3%	0.0%	-100.0%	-100.0%	-5.4%	-3.1%	-6.5%	-4.1%

(都心居住型に着目した評価 ...TDM)

Case 都心居住型	6063	3115	188555	31	28	1	2	37.5%	41.3%	23.2%	26.0%
差	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
比	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Case -1 + 公共交通	5725	3039	177389	30	27	1	2	35.8%	39.5%	21.3%	25.1%
差	-338.0	-76.0	-11,166.0	-1.0	-1.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
比	-5.6%	-2.4%	-5.9%	-3.2%	-3.6%	0.0%	0.0%	-4.5%	-4.4%	-8.2%	-3.5%
Case -2 + 公共交通 + TDM	5648	3016	177359	30	27	1	2	35.5%	39.2%	21.1%	24.8%
差	-415.0	-99.0	-11,196.0	-1.0	-1.0	0.0	0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
比	-6.8%	-3.2%	-5.9%	-3.2%	-3.6%	0.0%	0.0%	-5.3%	-5.1%	-9.1%	-4.6%

(副都心型に着目した評価 ...環状道路)

Case 副都心型	6257	3166	25661	7	6	1	0	38.7%	42.5%	24.5%	26.8%
差	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
比	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Case -1 + 公共交通	5909	3086	24337	6	6	0	0	36.6%	41.2%	22.9%	25.7%
差	-348.0	-80.0	-1,324.0	-1.0	0.0	-1.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
比	-5.6%	-2.5%	-5.2%	-14.3%	0.0%	-100.0%	0.0%	-5.4%	-3.1%	-6.5%	-4.1%
Case -2 + 公共交通 + 環状道路	5999	3096	12401	4	3	1	0	36.5%	40.0%	21.9%	25.0%
差	-258.0	-70.0	-13,260.0	-3.0	-3.0	0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0	-0.0
比	-4.1%	-2.2%	-51.7%	-42.9%	-50.0%	0.0%	0.0%	-5.7%	-5.9%	-10.6%	-6.7%

■ 効果(5%以上)
■ " (0~5%)
■ 変化なし
■ 効果: 負(0~-5%)
■ " (-5%以上)

公共交通施策の評価

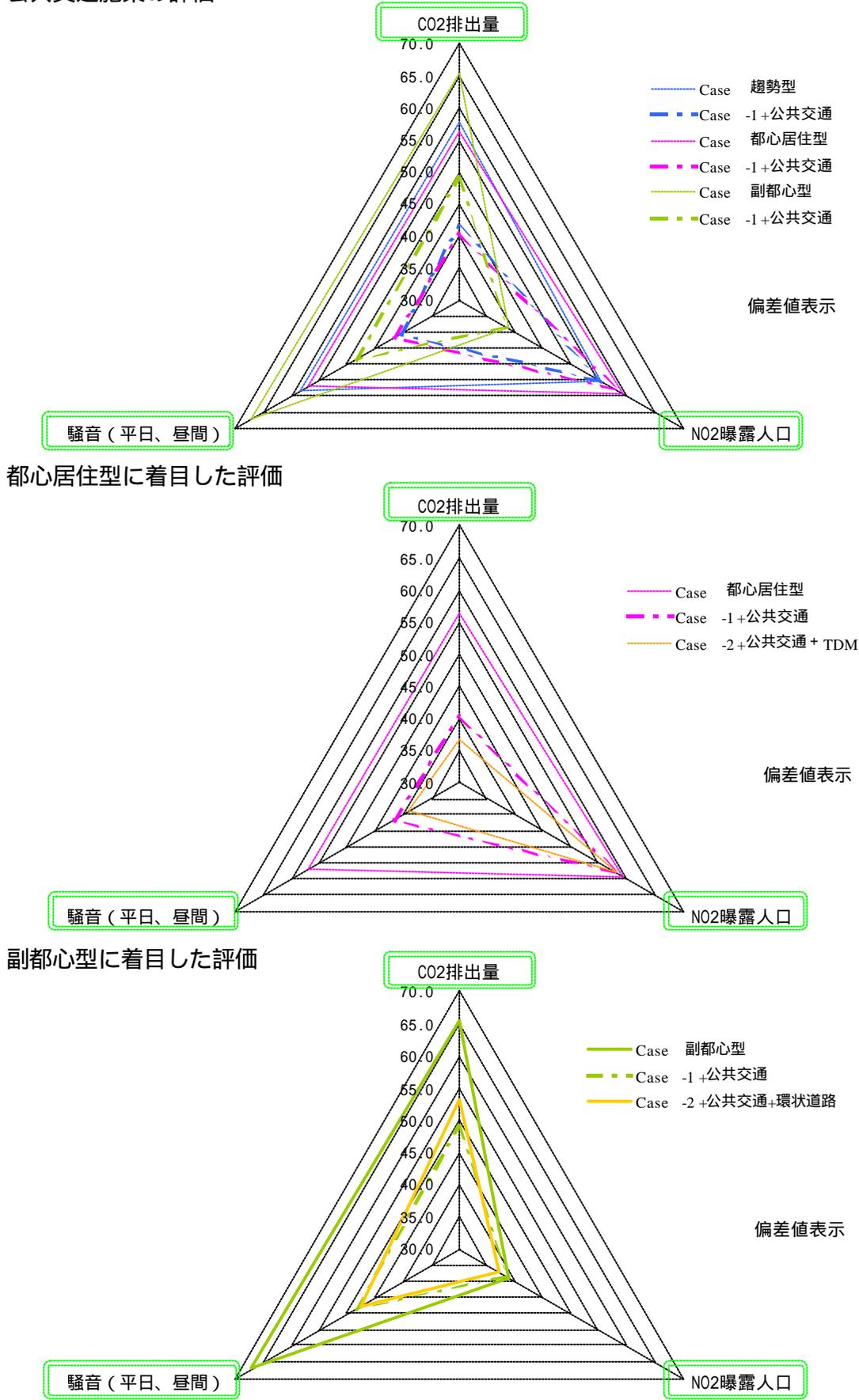


図 6-6 環境負荷評価モデルの評価結果 (交通施策)

2) 生活の質評価モデル

公共交通施策により安全性が向上する傾向にある。副都心型都市構造では、公共交通施策により安全性が向上し、環状道路整備により利便性も向上する。

表 6-12 生活の質評価モデルの評価結果（交通施策）

(公共交通施策の評価)

ケース		利便性	安全性
Case 趨勢型		47.38	50.53
	差	0.0	0.0
	比	0.0%	0.0%
Case -1 + 公共交通		47.34	50.61
	差	-0.0	0.1
	比	-0.1%	0.2%
Case 都心居住型		48.01	49.78
	差	0.0	0.0
	比	0.0%	0.0%
Case -1 + 公共交通		48.01	49.79
	差	0.0	0.0
	比	0.0%	0.0%
Case 副都心型		47.35	50.52
	差	0.0	0.0
	比	0.0%	0.0%
Case -1 + 公共交通		47.32	50.60
	差	-0.0	0.1
	比	-0.1%	0.2%

(都心居住型に着目した評価 ...TDM)

Case 都心居住型		48.01	49.78
	差	0.0	0.0
	比	0.0%	0.0%
Case -1 + 公共交通		48.01	49.79
	差	0.0	0.0
	比	0.0%	0.0%
Case -2 + 公共交通 + TDM		48.03	49.79
	差	0.0	0.0
	比	0.0%	0.0%

(副都心型に着目した評価 ...環状道路)

Case 副都心型		47.35	50.52
	差	0.0	0.0
	比	0.0%	0.0%
Case -1 + 公共交通		47.32	50.60
	差	-0.0	0.1
	比	-0.1%	0.2%
Case -2 + 公共交通 + 環状道路		47.50	50.58
	差	0.1	0.1
	比	0.3%	0.1%

	効果(5%以上)
	" (0~5%)
	変化なし
	効果：負(0~-5%)
	" (-5%以上)

3) 経済評価モデル

公共交通施策についてみると、趨勢型都市構造においては地価が増加する。都心居住型では地価とともにEV(受取補償額)も大きく増加する。副都心型では、EVの増加がみられる。

表6-13 経済評価モデルの評価結果(交通施策)

ケース	地価 (億円)	生産額(億円)		EV (億円)
		2次	3次	
Case 趨勢型	318,381	7378	35726	-
差	0.0	0.0	0.0	-
比	0.0%	0.0%	0.0%	-
Case -1 + 公共交通	320,361	7378	35726	5980
差	1,980.1	0.0	0.0	0.0
比	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%
Case 都心居住型	318,808	7378	35726	1677
差	0.0	0.0	0.0	0.0
比	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Case -1 + 公共交通	320,653	7378	35726	7582
差	1,845.7	0.0	0.0	5,905.0
比	0.6%	0.0%	0.0%	3.52
Case 副都心型	319,050	8963	33585	5833
差	0.0	0.0	0.0	0.0
比	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Case -1 + 公共交通	318,990	8963	33585	5865
差	-59.1	0.0	0.0	32.0
比	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%

(公共交通施策の評価)

(都心居住型に着目した評価 ...TDM)				
Case 都心居住型	318,808	7378	35726	1677
差	0.0	0.0	0.0	0.0
比	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Case -1 + 公共交通	320,653	7378	35726	7582
差	1,845.7	0.0	0.0	5,905.0
比	0.6%	0.0%	0.0%	3.52
Case -2 + 公共交通 + TDM	320,616	7378	35726	7429
差	1,808.9	0.0	0.0	5,752.0
比	0.6%	0.0%	0.0%	3.43

(都心居住型に着目した評価 ...TDM)

(副都心型に着目した評価 ...環状道路)				
Case 副都心型	319,050	8963	33585	5833
差	0.0	0.0	0.0	0.0
比	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Case -1 + 公共交通	318,990	8963	33585	5865
差	-59.1	0.0	0.0	32.0
比	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%
Case -2 + 公共交通 + 環状道路	318,990	8963	33585	5878
差	-60.1	0.0	0.0	45.0
比	0.0%	0.0%	0.0%	0.8%

(副都心型に着目した評価 ...環状道路)

■ 効果(5%以上)

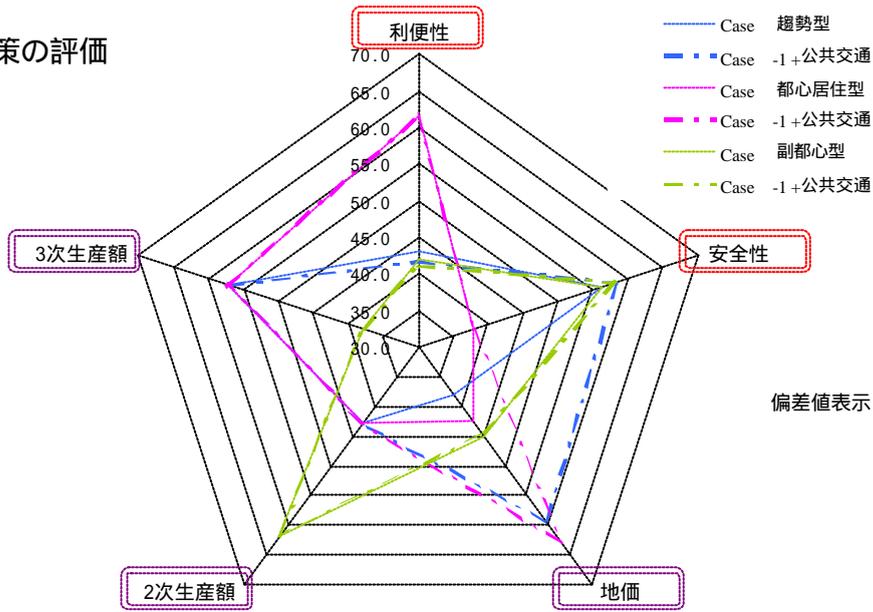
■ " (0~5%)

■ 変化なし

■ 効果:負(0~-5%)

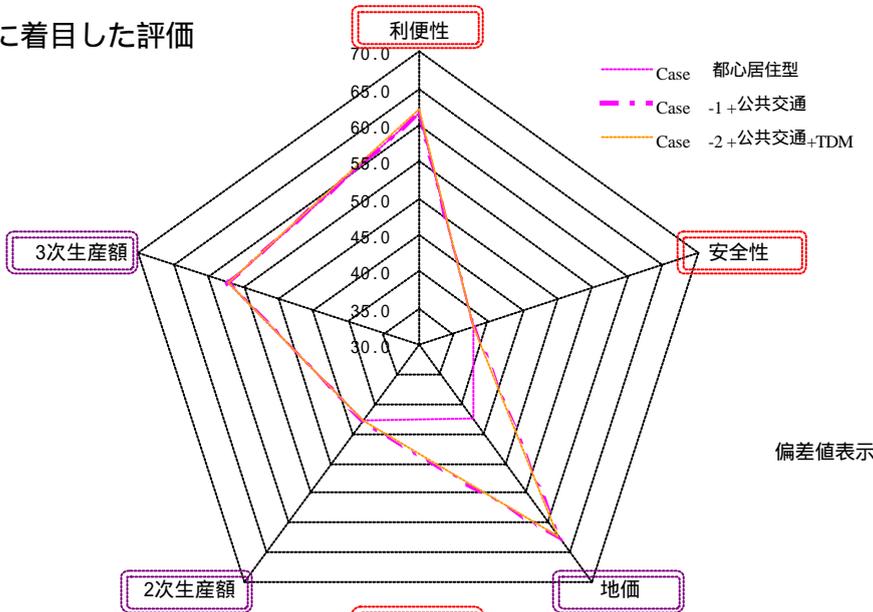
■ " (-5%以上)

公共交通施策の評価



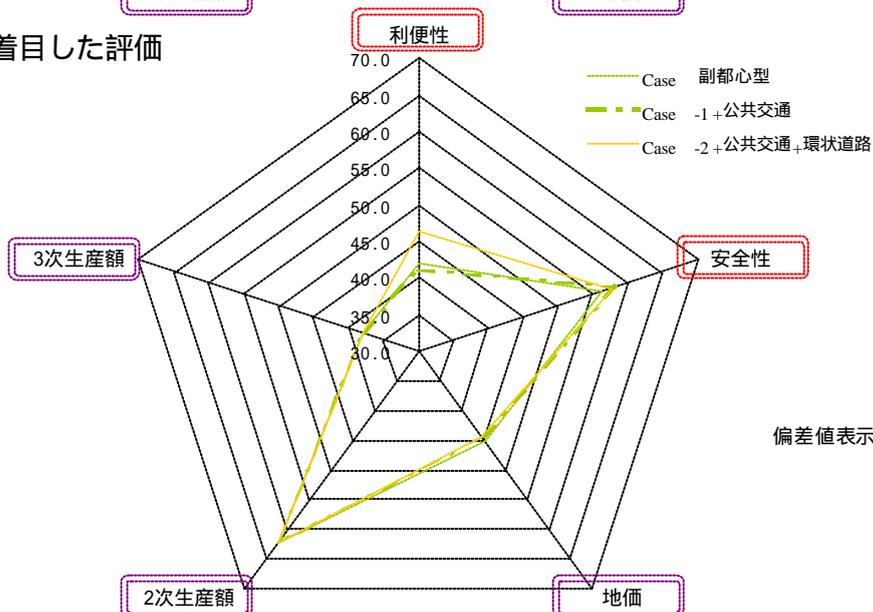
偏差値表示

都心居住型に着目した評価



偏差値表示

副都心型に着目した評価



偏差値表示

図 6-7 経済の質・経済評価モデルの評価結果 (交通施策)

(3) 民生施策の評価

民生施策は、環境負荷評価モデルにのみ影響する構造となっているため、本項においては環境負荷の評価結果を示す。

趨勢型都市構造についてみると、地域冷暖房を導入することにより、CO₂ 排出量、NO_x 排出量、NO₂ 曝露人口とも減少し、特に NO₂ 曝露人口の減少が大きい。都心居住型では、地域冷暖房、都市緑化施策により CO₂ 排出量、NO_x 排出量、NO₂ 曝露人口とも減少する。副都心型では、家庭施策、地域冷暖房施策により CO₂ 排出量、NO_x 排出量が減少する。

表 6-14 環境負荷評価モデルの評価結果 (民生施策)

ケース	CO2 排出量 (t/年)	NOx 排出量 (t/年)	曝露 人口(人)	NO ₂ 環境目標超過メッシュ数(個)			
				都市圏	青葉区	宮城野区	若葉区
Case 趨勢型	6183	3125	156283	27	24	1	2
差	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
比	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
民-1 家庭施策	6183	3125	156283	27	24	1	2
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
民-2 地域冷暖房等	6152	3110	98785	17	15	1	1
	-31.0	-15.0	-57,498.0	-10.0	-9.0	0.0	-1.0
	-0.5%	-0.5%	-36.8%	-37.0%	-37.5%	0.0%	-50.0%
Case 都心居住型	6171	3115	188555	31	28	1	2
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
民-1 家庭施策	6162	3114	188555	30	27	1	2
	-9.0	-1.0	0.0	-1.0	-1.0	0.0	0.0
	-0.1%	0.0%	0.0%	-3.2%	-3.6%	0.0%	0.0%
民-2 地域冷暖房等	6140	3099	138099	23	20	1	2
	-31.0	-16.0	-50,456.0	-8.0	-8.0	0.0	0.0
	-0.5%	-0.5%	-26.8%	-25.8%	-28.6%	0.0%	0.0%
民-3 都市緑化施策	6167	3113	164071	28	25	1	2
	-4.0	-2.0	-24,484.0	-3.0	-3.0	0.0	0.0
	-0.1%	-0.1%	-13.0%	-9.7%	-10.7%	0.0%	0.0%
Case 副都心型	6186	3166	25661	7	6	1	-
	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-
	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-
民-1 家庭施策	6173	3164	25661	7	6	1	-
	-13.0	-2.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-
	-0.2%	-0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-
民-2 地域冷暖房等	6167	3151	25661	7	6	1	-
	-19.0	-15.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-
	-0.3%	-0.5%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-

効果(5%以上)
 " (0~5%)
 変化なし
 効果：負(0~-5%)
 " (-5%以上)

6 - 3 . 総合評価

総合評価においては、先ず、6 - 2で行った3つの評価モデルによる個別評価の結果を総括する。次に、活動モデルによる推計値との関連づけ視覚的な表現方法を検討し総合評価とする。

(1) 評価結果の総括

都市構造の総括

環境負荷、生活の質、経済の各評価モデルから算出された評価値のうち主要なものを整理する。趨勢型都市構造に対し、都心居住型は CO₂ 排出量の減少、騒音の大きい地区の減少、地価の上昇には効果があるが、都心に居住するために NO₂ 曝露人口は増加する。副都心型は、CO₂ 排出量の増加、騒音の大きい地区の増加、地価下落といった負の効果が大いだが、副都心に居住するため、NO₂ 曝露人口の減少効果は非常に大きい。

表 6-15 評価結果の総括 (都市構造)

ケース	環境負荷				生活の質		経済			
	CO ₂ 排出量 (t/年)	NO _x 排出量 (t/年)	NO ₂ 曝露人口(人)	騒音(平日・昼間)(%)	利便性	安全性	地価(億円)	生産2次(億円)	生産3次(億円)	EV(億円)
Case 趨勢型	6095	3125	156283	37.7	47.38	50.53	318,381	7378	35726	-
差	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-
比	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-
Case 都心居住型	6063	3115	188555	37.5	48.01	49.78	318,808	7378	35726	1677
差	-32.0	-10.0	32,272.0	-0.2	0.6	-0.8	427.0	0.0	0.0	0.0
比	-0.5%	-0.3%	20.6%	-0.5%	1.3%	-1.5%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0
Case 副都心型	6257	3166	25661	38.7	47.35	50.52	319,050	8963	33585	5833
差	162.0	41.0	-130,622.0	1.0	-0.0	-0.0	669.0	1,585.0	-2,141.0	4,156.0
比	2.7%	1.3%	-83.6%	2.7%	-0.1%	0.0%	0.2%	21.5%	-6.0%	2.48
(参考) 現況値	5871	7561	314162	57.8	-	-	255642	8155	32797	-

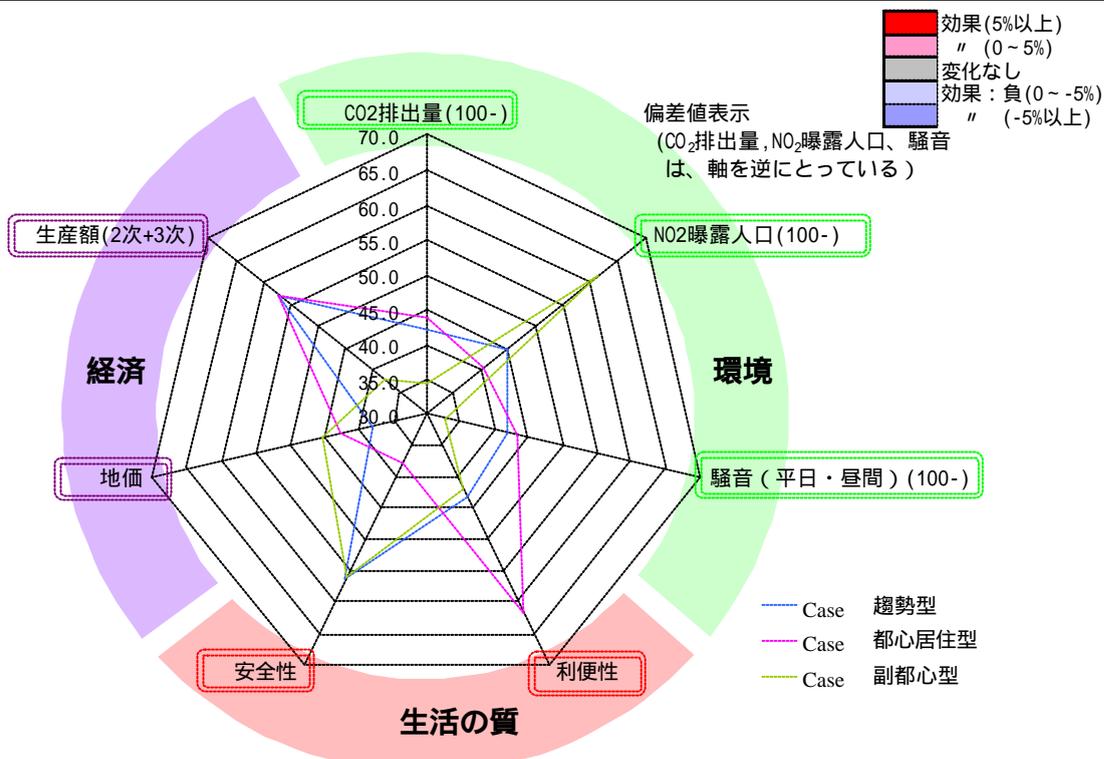


図 6-8 評価結果の総括 (都市構造)

都市構造・交通施策の組み合わせ施策の総括

趨勢型、都心居住型都市構造に対し、公共交通施策の導入により、CO₂排出量の減少、騒音の大きい地区の減少、地価の上昇に大きな効果がある。これに対し、副都心型都市構造には、CO₂排出量の減少、NO₂曝露人口の減少、騒音の大きい地区の減少といった環境負荷削減に効果がある。

都心居住型に着目すると、公共交通施策に加え都心部流入施策により、CO₂排出量の減少、騒音の大きい地区の減少に効果がある。副都心型では、公共交通施策に加え環状道路の整備を行うと、NO₂曝露人口の減少効果はあるが、CO₂排出量は増加する。

表 6-16 評価結果の総括（都市構造・交通施策）

（公共交通施策の評価）

ケース	環境負荷				生活の質			経済			
	CO ₂ 排出量 (t/年)	NO _x 排出量 (t/年)	NO ₂ 曝露 人口(人)	騒音(平日・ 昼間)(%)	利便性	安全性	地価 (億円)	生産2次 (億円)	生産3次 (億円)	EV (億円)	
Case 趨勢型	6095	3125	156283	37.7	47.38	50.53	318,381	7378	35726	-	
差	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	-	
比	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	-	
Case -1 + 公共交通	5751	3048	155889	35.7	47.34	50.61	320,361	7378	35726	5980	
差	-344.0	-77.0	-394.0	-2.0	-0.0	0.1	1,980.1	0.0	0.0	0.0	
比	-5.6%	-2.5%	-0.3%	-5.3%	-0.1%	0.2%	0.6%	0.0%	0.0%	0.0%	
Case 都心居住型	6063	3115	188555	37.5	48.01	49.78	318,808	7378	35726	1677	
差	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
比	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
Case -1 + 公共交通	5725	3039	177389	35.8	48.01	49.79	320,653	7378	35726	7582	
差	-338.0	-76.0	-11,166.0	-1.7	0.0	0.0	1,845.7	0.0	0.0	5,905.0	
比	-5.6%	-2.4%	-5.9%	-4.5%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	3.5%	
Case 副都心型	6257	3166	25661	38.7	47.35	50.52	319,050	8963	33585	5833	
差	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	
比	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	
Case -1 + 公共交通	5909	3086	24337	36.6	47.32	50.60	318,990	8963	33585	5865	
差	-348.0	-80.0	-1,324.0	-2.1	-0.0	0.1	-59.1	0.0	0.0	32.0	
比	-5.6%	-2.5%	-5.2%	-5.4%	-0.1%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%	

（都心居住型に着目した評価 ...TDM）

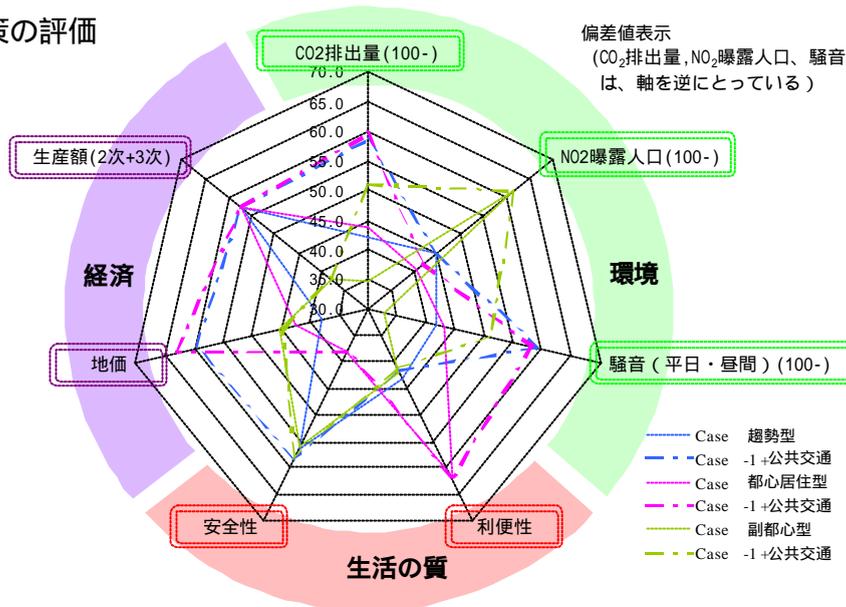
Case 都心居住型	6063	3115	188555	37.5	48.01	49.78	318,808	7378	35726	1677
差	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
比	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Case -1 + 公共交通	5725	3039	177387	35.8	48.01	49.79	320,653	7378	35726	7582
差	-338.0	-76.0	-11,168.0	-1.7	0.0	0.0	1,845.7	0.0	0.0	5,905.0
比	-5.6%	-2.4%	-5.9%	-4.5%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	352.1%
Case -2 + 公共交通 + TDM	5648	3016	177359	35.5	48.03	49.79	320,616	7378	35726	7429
差	-415.0	-99.0	-11,196.0	-2.0	0.0	0.0	1,808.9	0.0	0.0	5,752.0
比	-6.8%	-3.2%	-5.9%	-5.3%	0.0%	0.0%	0.6%	0.0%	0.0%	343.0%

（副都心型に着目した評価 ...環状道路）

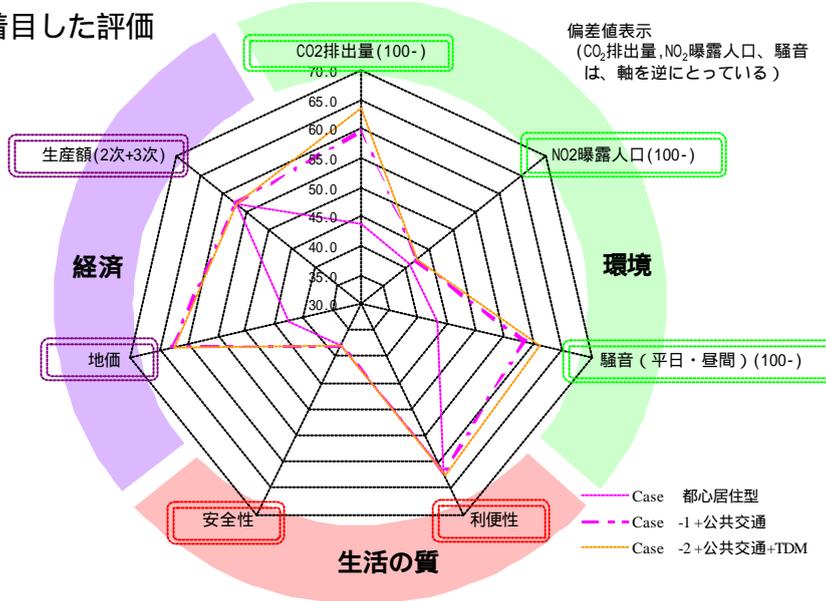
Case 副都心型	6257	3166	25661	38.7	47.35	50.52	319,050	8963	33585	5833
差	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
比	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
Case -1 + 公共交通	5909	3086	24337	36.6	47.32	50.60	318,990	8963	33585	5865
差	-348.0	-80.0	-1,324.0	-2.1	-0.0	0.1	-59.1	0.0	0.0	32.0
比	-5.6%	-2.5%	-5.2%	-5.4%	-0.1%	0.2%	0.0%	0.0%	0.0%	0.5%
Case -2 + 公共交通 + 環状道路	5999	3096	12401	36.5	47.50	50.58	318,990	8963	33585	5878
差	-258.0	-70.0	-13,260.0	-2.2	0.1	0.1	-60.1	0.0	0.0	45.0
比	-4.1%	-2.2%	-51.7%	-5.7%	0.3%	0.1%	0.0%	0.0%	0.0%	0.8%

■ 効果(5%以上)
■ " (0~5%)
■ 変化なし
■ 効果：負(0~-5%)
■ " (-5%以上)

公共交通施策の評価



都心居住型に着目した評価



副都心型に着目した評価

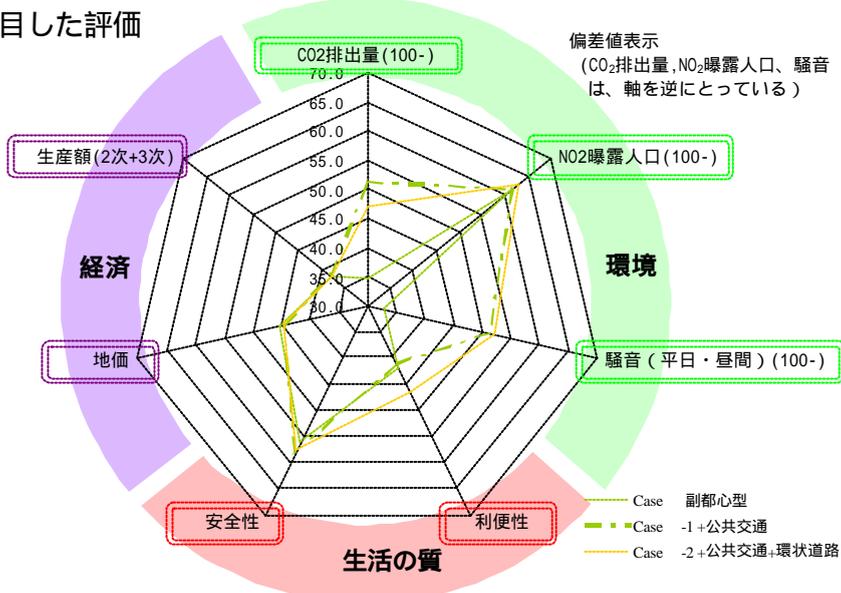


図 6-9 評価結果の総括 (都市構造・交通施策)

< 参考 > 推計値・評価値の特性

表 6-17 推計値・評価値の特性

			最大値	最小値	平均	標準偏差
活動モデル	手段別トリップ数 (千トリップ/日)	全手段	3607	3607	3607	0
		自動車	176	152	164	8
		鉄道	59	42	51	7
	平均トリップ長 (km)	全目的	5.380	5.010	5.203	0.123
		通勤	7.820	7.360	7.609	0.157
		業務	6.150	5.740	5.914	0.158
	自動車台キロ (万台km)	自動車	6.770	6.580	6.683	0.071
		都市圏	2014	1813	1907	71
		都心部	279	240	259	14
	人口モーメント	1.024	0.975	1.000	0.021	
環境負荷モデル	CO2排出量(t/年)		6257	5648	5931	211
	NOX排出量(t/年)		3166	3016	3086	50
	NO2(曝露人口[人])		188555	12401	114734	78645
	環境目標 超過メッシュ数 (個)	都市圏	31	4	20	12
		青葉区	28	3	18	11
		宮城野区	1	0	1	0
		若林区	2	0	1	1
	騒音 道路延長割合 (%)	平日(昼間)	38.7%	35.5%	36.8%	1.1%
		平日(夜間)	42.5%	39.2%	40.6%	1.1%
休日(昼間)		24.5%	21.1%	22.5%	1.2%	
休日(夜間)		26.8%	24.8%	25.6%	0.7%	
生活の質 モデル	利便性		48.030	47.320	47.618	0.335
	安全性		50.610	49.780	50.275	0.406
経済 モデル	地価(億円)		320653	318381	319481	908
	生産額(億円)	2次	8963	7378	7972	820
		3次	35726	33585	34923	1108
	EV(億円)		7582	1677	5749	1952

(2) 総合評価

評価の考え方

昨年度は、二次元上に自動車の交通特性として自動車トリップ数、自動車平均トリップ長をプロットし、三次元目に施策効果をプロットの大きさで表現した。

本年度は、昨年度研究に比べ、都市構造を内生的に組み込んでいるところに特徴がある。更に、昨年度は評価指標がCO₂排出量のみであったが、本年度は環境指標としてCO₂排出量、NO₂曝露人口、騒音等、生活の質指標として利便性、安全性等、経済指標として地価、EV等、非常に多様である。

都市環境施策の効果は、環境負荷、生活の質、経済の各々の評価指標により異り、昨年度よりも次元の多い中での評価となるため、本年度は、次に示す手順で整理を進めることとした。

手順1：ベースとなる二次元空間は、活動モデルで推計される都市構造と交通施策に対応した指標を用いる。

- ・都市構造 人口モーメント
- ・交通施策 自動車平均トリップ長

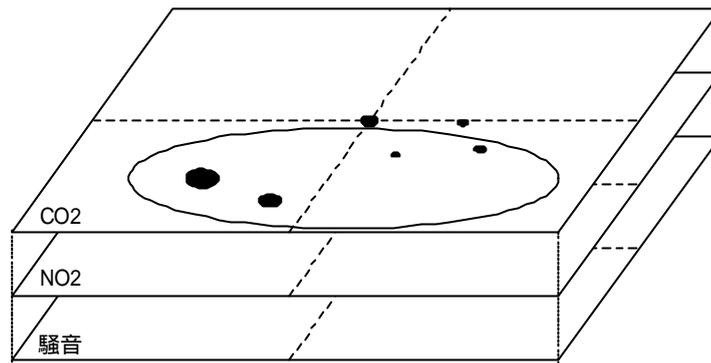
手順2：二次元上に表現する都市環境施策の効果は、3つの評価軸から主要なものを設定する。

- ・環境負荷 CO₂排出量、NO₂曝露人口、騒音が基準を超える道路延長
- ・生活の質 利便性、安全性
- ・経済 地価、EV

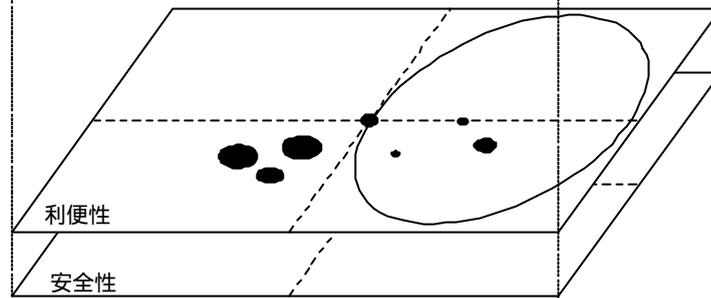
手順3：手順2で設定された二次元上に、評価ケースをプロットし施策効果をプロットの大きさで表現する。

手順4：効果の現れる範囲を確認し、それらを重ね合わせる。

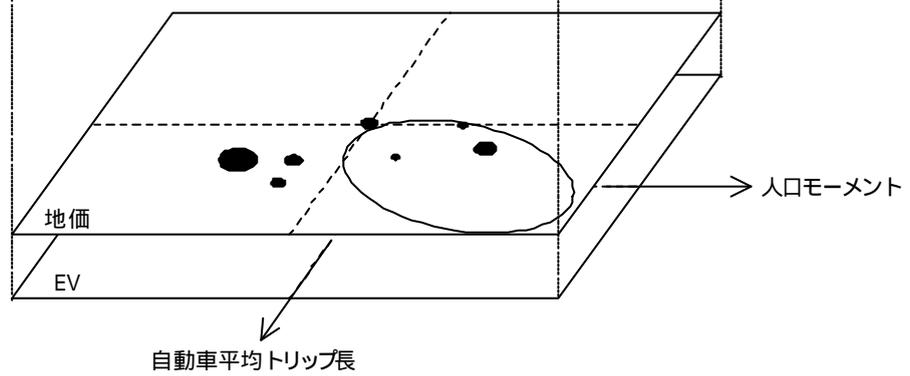
1) 環境負荷



2) 生活の質



3) 経済



総合評価

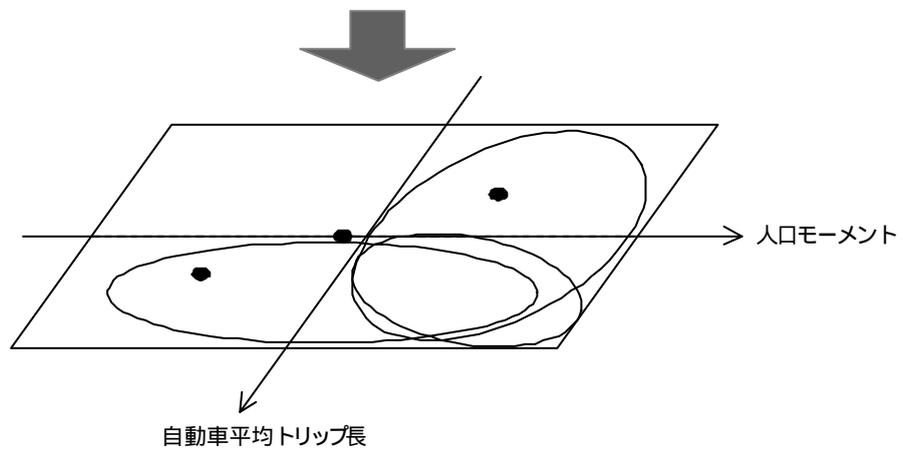


図 6-10 総合評価のイメージ

指標の整理

1) 環境負荷指標

環境負荷指標としてCO₂排出量、NO₂曝露人口、騒音が基準を超える道路延長を整理した。

趨勢型、都心居住型、副都心型のいずれの都市構造においても、公共交通施策により自動車平均トリップ長が減少し、CO₂排出量、騒音が基準を超える道路延長が減少する範囲に入る。NO₂曝露人口については、副都心型都市構造において減少する。

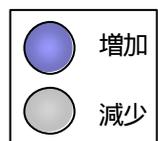
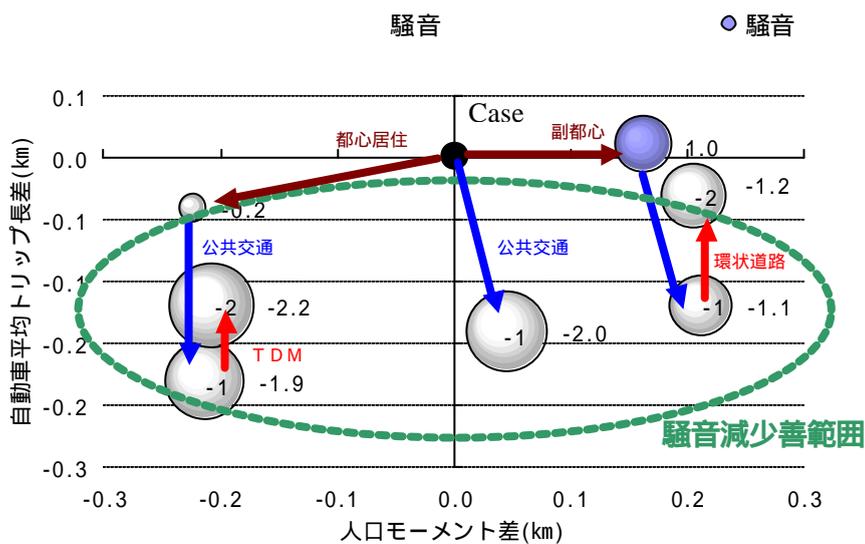
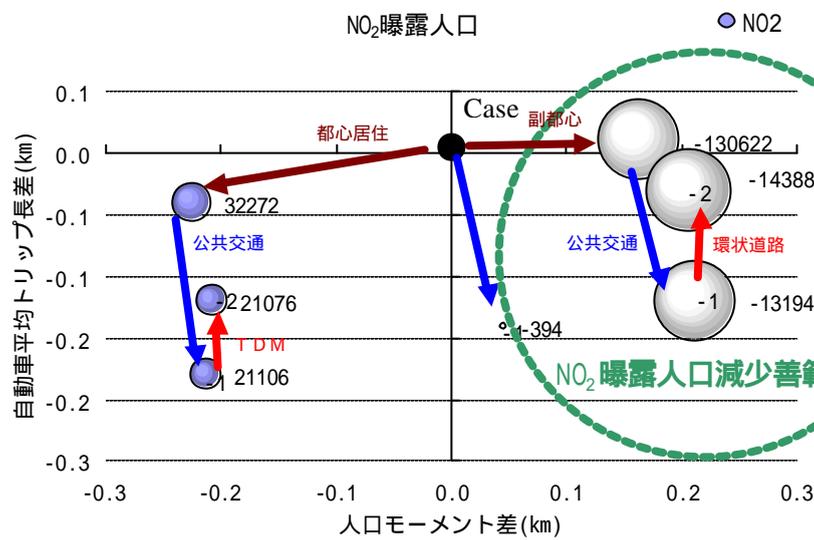
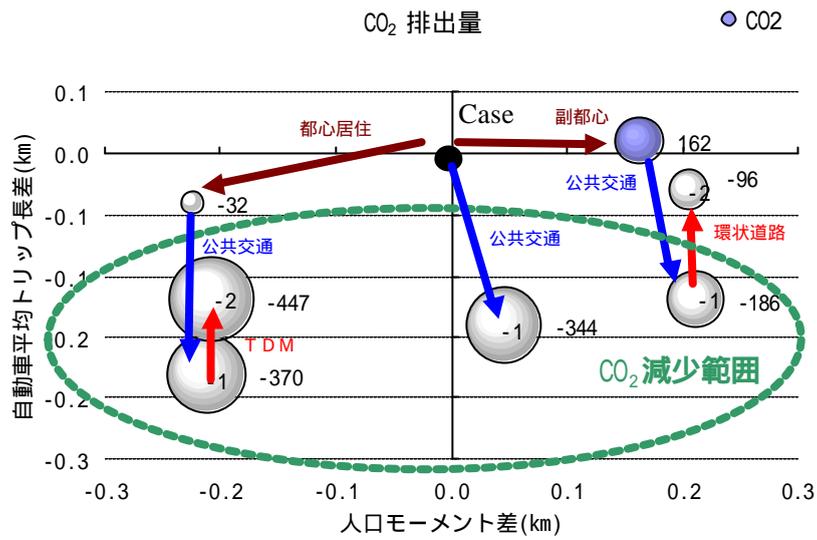


図 6-11 環境負荷指標の整理

2) 生活の質指標

生活の質指標として、利便性、快適性を整理した。

利便性は、都心居住型都市構造において向上し、安全性については副都心型において向上する。

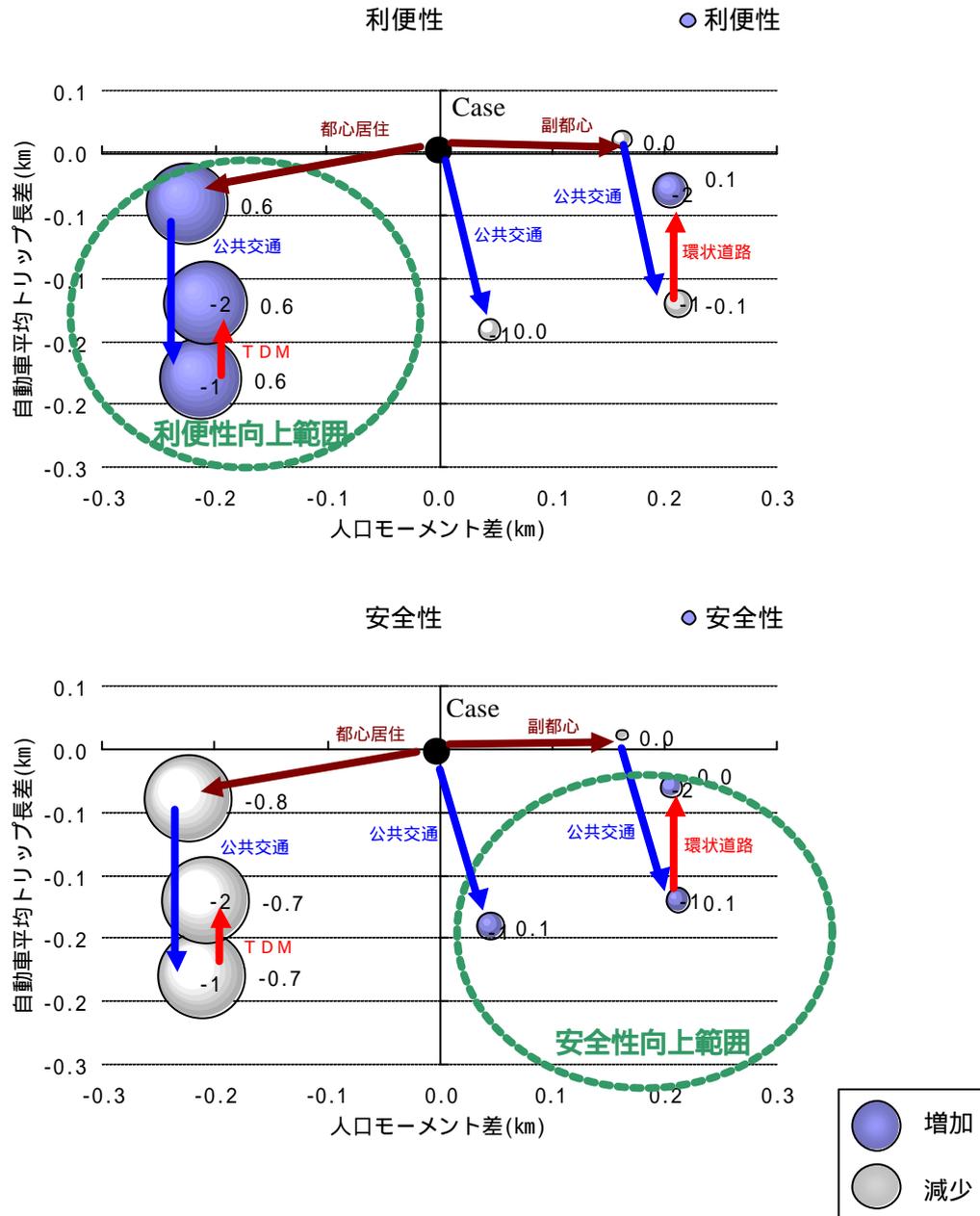


図 6-12 生活の質指標の整理

3) 経済指標

経済指標として、地価、EV を整理した。

都市構造、交通施策による地価、EV の変化に明確な傾向はみられない。

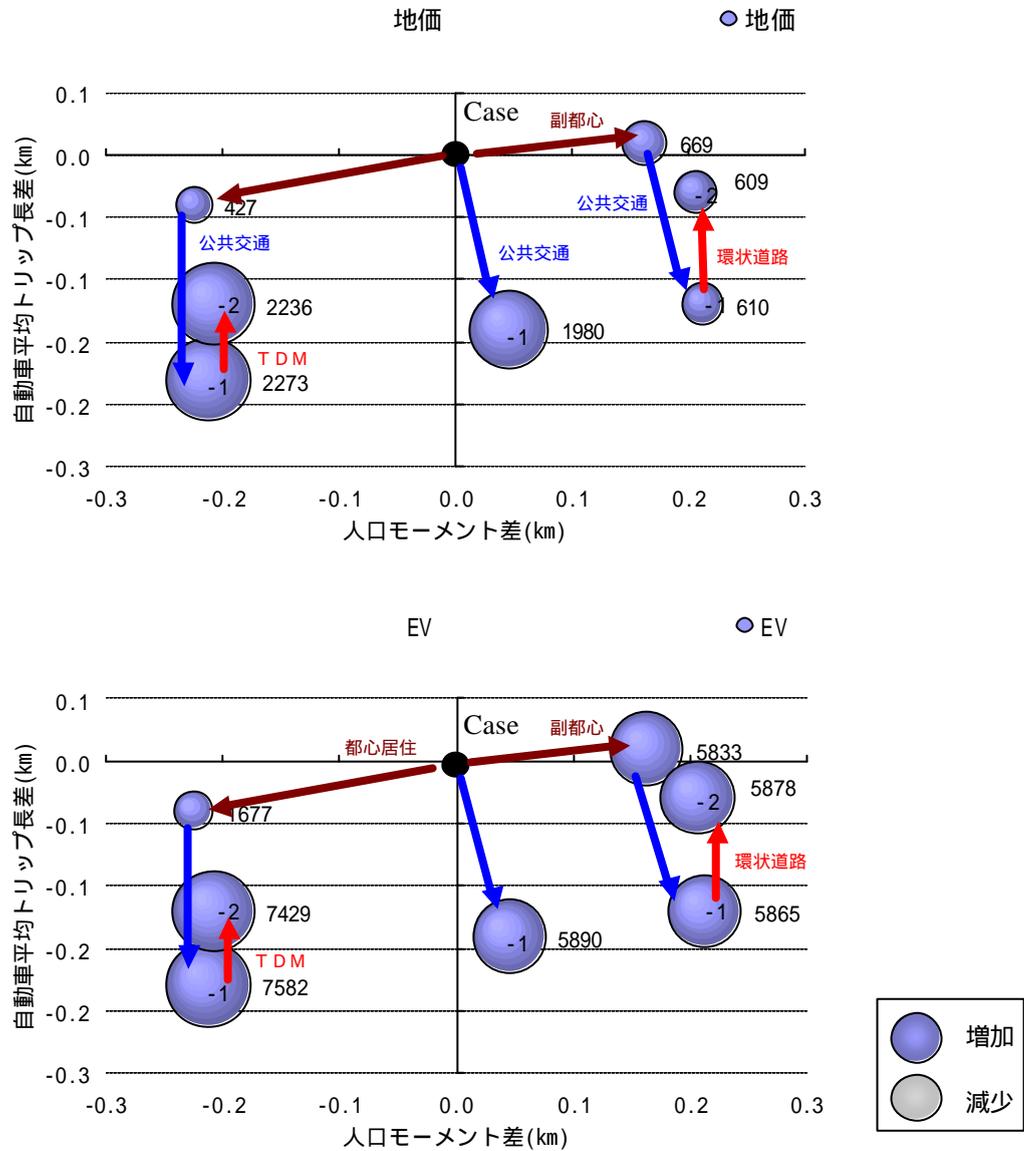


図 6-13 経済質指標の整理

総合評価

前項で整理した評価指標の整理図を重ね合わせるにより下図を作成した。

趨勢型都市構造を都心居住型に改変することにより、CO₂排出量、騒音の大きい地区の減少効果が期待でき、更には市民の利便性の向上が見込まれる。一方、副都心型に改変すると、趨勢型よりもCO₂排出量、騒音の大きい地区の減少効果は薄まるが、NO₂曝露人口の減少、市民の安全性の向上には寄与する。

交通施策についてみると、公共交通施策はCO₂減少、騒音の大きい地区の減少に寄与するが、都心部流入規制、環状道路整備は逆にやや増加させる結果となる。

以上より、都心居住型、副都心型のどちらを目指すべきかを一概に判断することはできないが、CO₂排出量の削減、市民の利便性を向上させる方向を狙うのであれば都心居住型都市構造が適しているといえる。NO₂の曝露人口の減少、市民生活の安全性をより重視するのであれば、副都心型都市構造が適していると考えられる。

CO₂排出量を徹底して削減するのであれば、副都心型よりも都心居住型都市構造のもとで公共交通施策を行う方が有利である。都心部への自動車の流入抑制、環状道路の整備は、CO₂排出量を増加させる面もあるため、都心部の改善効果の詳細な検討、および公共交通施策と合わせた検討が必要である。

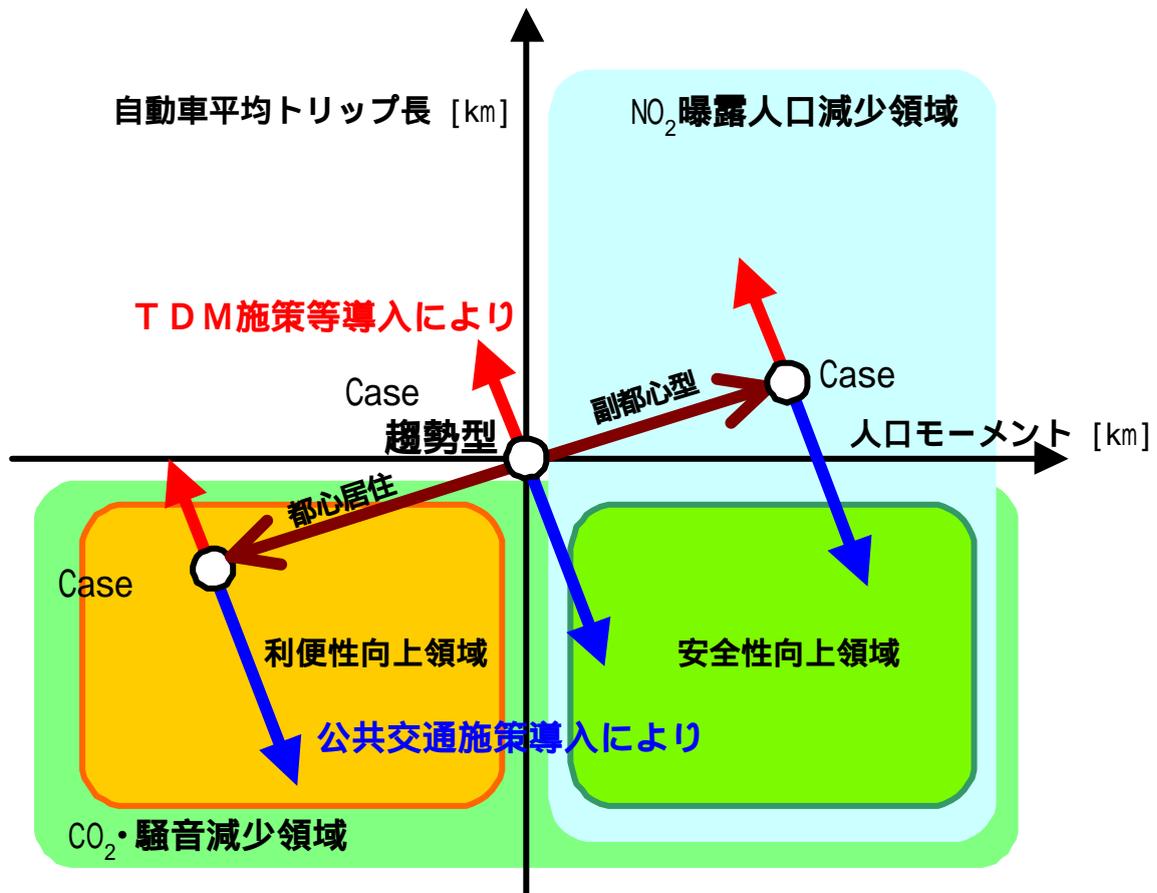


図 6-14 都市環境施策の効果

第7章．研究課題および多種・多様な 変数間の因果関係分析の検討

第7章．研究課題および多種・多様な変数間の因果関係分析の検討

7 - 1 . 研究課題

本研究の各評価モデルを通じた課題の概要、評価体系全体の研究課題について整理する。

(1) 各モデルの課題の概要

活動モデル

- ・ 評価対象施策

本研究でシミュレーションしたケースは、施策の実現性や規模等を考慮したものではないため、今後は施策の整備費用、難易性等を考慮した施策の設定が必要である。

- ・ 交通モデル

本研究の交通モデルは総交通量一定という想定であるが、今後は、高齢化など将来の交通行動変化に対応した予測モデル、施策により誘発される交通量を考慮できるモデルなどの開発が必要である。

また、ピーク時や時間帯別の施策を評価できるよう、時間帯別の予測モデルの検討も必要である。

- ・ 土地利用モデル

従業人口推計モデルについて、夜間人口モデルのように政策変数を組み込んだモデルに改善していく必要がある。

環境負荷評価モデル

- ・ 騒音レベルの予測モデル

都市計画用途区域の区分を考慮した環境基準との比較、曝露人口による評価等の検討が必要である。

- ・ NO₂ 濃度予測モデル

本モデルの計算時間は膨大であり、推計精度を保ちながら、モデルを簡略化することが必要である。

- ・ CO₂ 排出量推計モデル

多数の変数の整合性を配慮したモデルとなっているため、モデルの計算構造が煩雑であり、推計手法を整理し、また設計し直す必要がある。

生活の質評価モデル

今後は、環境面の変数を直接組み込んだ交通環境の評価にふさわしい生活の質評価モデルを構築していく必要がある。そのためには、生活の質と地区環境の関連を示すデータが不可欠であり、アンケート調査等の検討が必要となる。

経済評価モデル

本経済評価モデルでは、環境部門との因果関係を十分考慮していない面があり、環境負荷評価モデルとの連動した環境評価・経済評価モデルの検討が必要である。

(2) 今後の研究課題

前項の各モデルの課題について広い視点に立ち、今後の研究課題を整理する。

課題1：モデルの更なる改善

- ・土地利用・交通モデルの研究分野では、トリップ単位での分析ではなく、1日の生活時間の中での活動を予測するモデルの開発の要請が高まっている。今後は、人の活動と移動を一体的に考えた活動スケジュールモデル等の構築の検討が必要である。
- ・3つの評価モデルの中で環境負荷評価モデルは計算時間が膨大であり、迅速なシミュレーションが難しい状況である。今後は、変数間の整合に配慮しながら、モデル構造を検討する必要がある。
- ・今年度の研究では環境負荷が生活の質に与える影響を反映できるモデルとなっていないため、アンケート調査等を実施し、生活の質評価モデルの改善を図る。
- ・今年度の研究では、CO₂排出量、騒音等の環境負荷が経済に与える影響を経済評価モデルに十分組み込んでいないため、今後は環境経済評価モデルへの展開を図る。
- ・上記と合わせ、前項であげられた研究課題について検討を進める。

課題2：評価体系の改善

- ・本研究モデルや他の研究機関の評価モデルにおいて、定量的に結び付けられていない変数間を含めた因果関係を表現するシステムダイナミクス等のモデルを検討し、都市環境施策の影響を全体的に検証する必要がある。
- ・実社会における施策検討に資するよう、計画・整備期間、整備難易度等を考慮したモデルを検討する必要がある（時間軸・整備コストの考慮、LCA等）。

課題3：使いやすいシミュレーションモデルの構築

- ・本研究においてもGISを活用してきたが、今後もGISデータベースを充実させ「交通GIS」へと発展させていくことが考えられる。（さらに、海外、国内で「交通GIS」の開発が盛んに行われている。交通GISは、時間軸を加えた四次元GIS（座標・高さ・時間）であり、現況分析や、将来予測・評価を行うものであり、時間軸を考慮した土地利用と交通データのバランスを分析できる。）
- ・GISを活用し使いやすいシミュレーションモデルを構築し、都市環境施策の検討、研究に活用していくことが考えられる（モデルの命名）。

課題4：新しい視点の導入

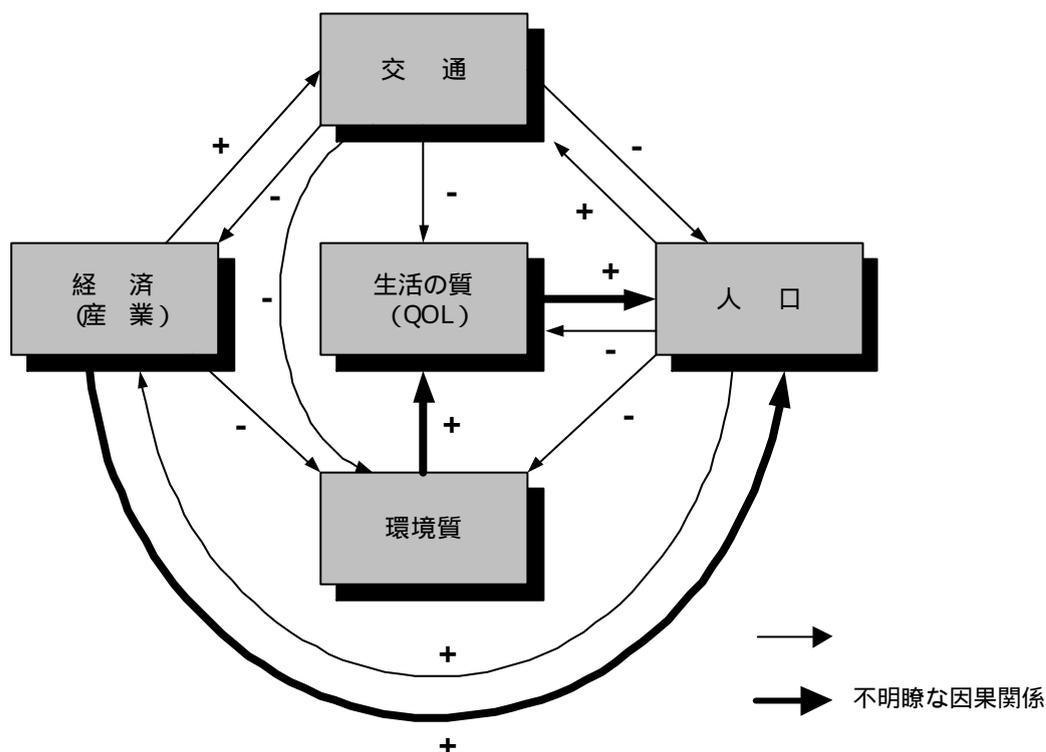
- ・本研究において考慮していない視点に立ち、都市環境施策の評価を検討することが考えられる。例えば、資源循環を考慮した評価、リスクマネジメント分析によるアプローチが考えられる。
- ・資源循環を考慮した評価については、都市計画、環境計画・工学の分野で多数の研究事例が存在するとともに、シンポジウム等が開催されているが、今後は資源循環の現況表現だけでなく、環境施策効果の評価が定量的に可能なものにする必要があるものと考えられる。
- ・リスクマネジメント分析については、例えば道路が災害等で寸断された場合における経済活動への影響、生活環境への影響を定量的に把握し、施策検討に活用できる評価モデルの検討が望まれる。

7 - 2 . 多種・多様な変数間の因果関係の検討

(1) 基本的な考え方

シミュレーションモデルで構造的に関係付けていない変数間を含め、システムダイナミックスを用い因果関係をする方法を検討する（前節の課題2に対応）。システムダイナミックス分析では、因果ループの作成 グラフによる表現 フローダイアグラムの作成 DYNAMO方程式の定式化、の段階を踏むこととなる。

本研究のシミュレーションモデルにおいて、下図の太線で示した変数間の因果関係が不明瞭であり、これらの因果関係に着目することとする。



の関係

- ・ 経済成長により人口が集中する
- ・ 労働力の需給関係

の関係

- ・ 騒音・大気質の改善が生活の質 (Q O L) を高める

の関係

- ・ 生活の質 (Q O L) が居住地選択を左右する

図 7-1 因果関係図

7 - 3 . 因果ループの検討

因果ループ図は、因果仮説を明らかにし、フィードバック・プロセスを図示するものである。因果ループ図は必ずしも唯一の正解があるわけではなく、何度かの試行を繰り返しながら作成していくこととなる。

本研究において整備されたデータ、モデル構築に用いたデータ、モデルの内部変数、評価データ等多種、多様であり、これらデータを用い、次頁に示す因果ループ図の案を作成した。

本検討において特に配慮した関係は、 経済成長により人口が集中する、 環境負荷の軽減により生活の質が向上する、 生活の質の向上により移住が増加するなどである。

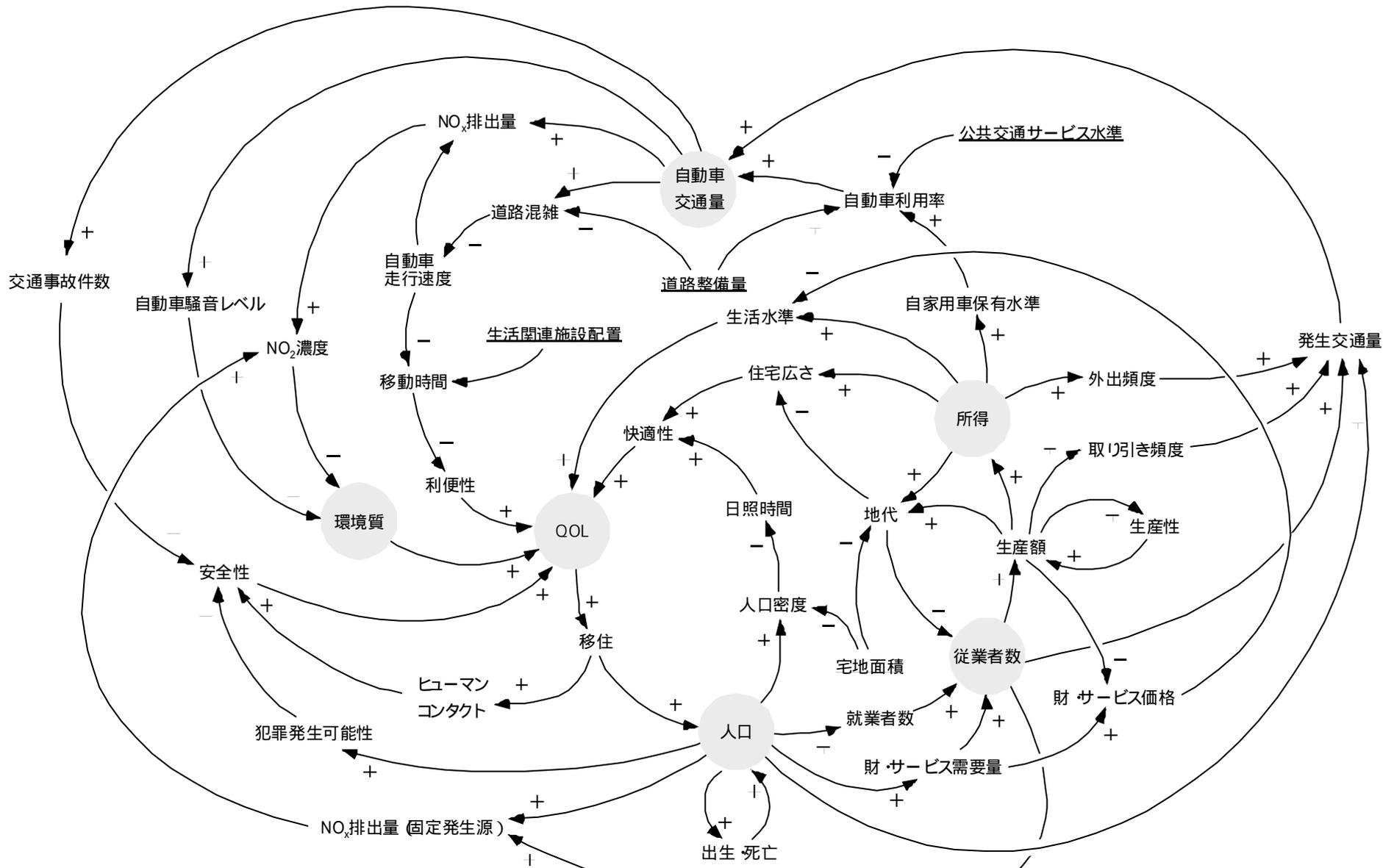


図7-2 因果ループ案

【参考】地域資源の循環を考慮した環境施策評価モデルの枠組み（イメージ）

- ・モデルの全体構成としては、社会経済状況を反映し、施策効果を評価できるものとし、地域資源の循環に着目したものとする。
- ・自然環境からの「自然の恵み」、都市活動からの「環境負荷」が、「地域資源」として循環する構造を表すものとする。
- ・ここでの「地域資源」は、水、大気、マテリアルの循環のみならず、自然の恵み等の広範な概念と考えられる。

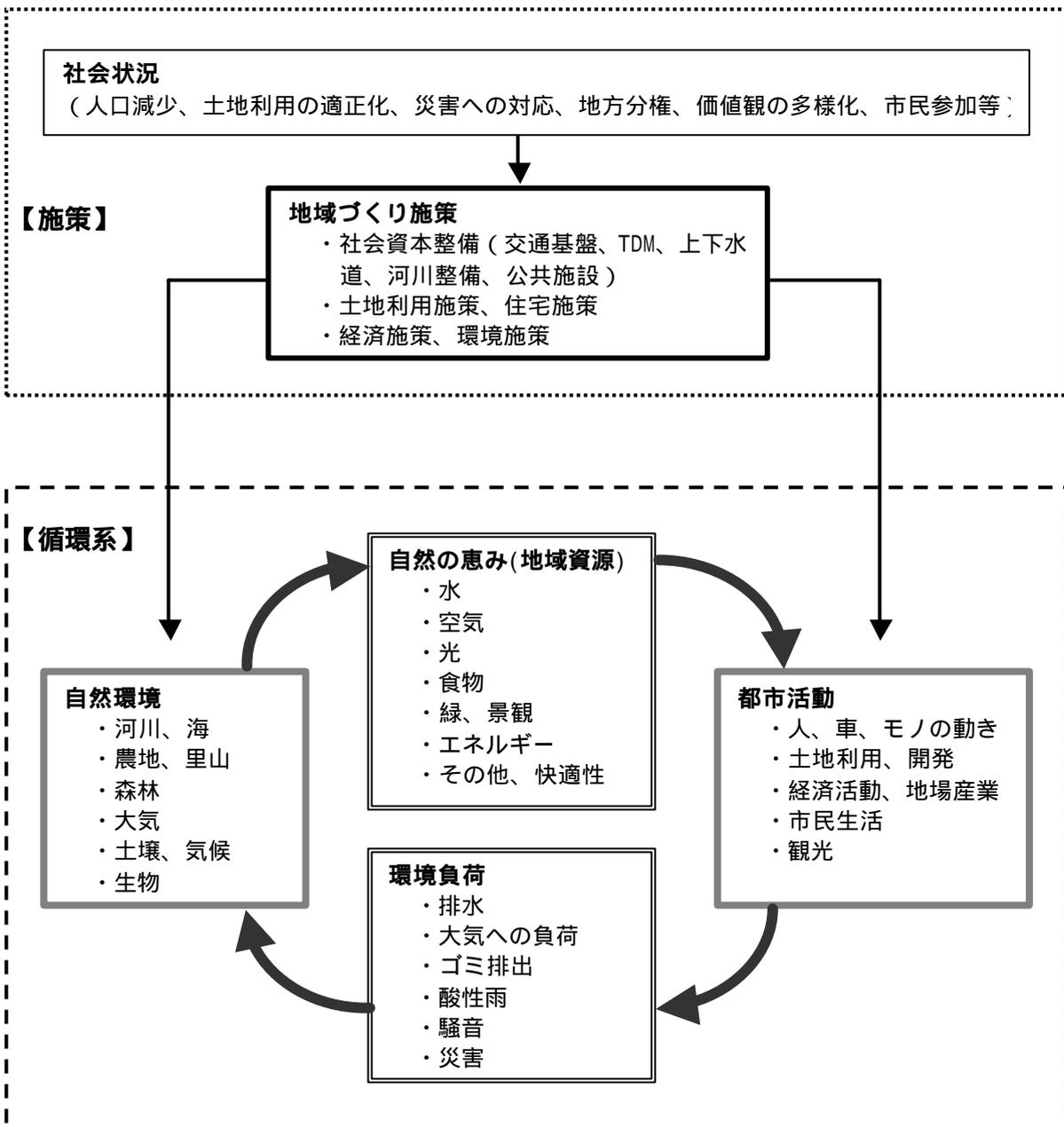


図 7-3 モデルの枠組み（イメージ）

付 録

付録1 研究会の開催経緯

本研究の実施にあたっては、下記の先生方から構成される「都市環境施策の社会的・経済的影響の定量評価に関する研究会」を設置した。

- 中口 毅博（環境自治体会議環境政策研究所所長）
- 吉田 朗（東北芸術工科大学デザイン工学部環境デザイン学科助教授）
- 兵藤 哲朗（東京商船大学流通情報工学課程助教授）
- 森本 章倫（宇都宮大学工学部建設学科助教授）

開催経緯は、下記のとおりである。

第1回研究会

- 開催日：平成14年9月9日(月)
- 場 所：国土交通省特別会議室（3号館2階）
- 内 容：「研究会の設立・研究計画について」等

第2回研究会

- 開催日：平成14年11月25日(月)
- 場 所：国土交通省特別会議室（3号館4階）
- 内 容：「土地利用・交通モデルの構築についての検討」等

第3回研究会

- 開催日：平成15年2月6日(木)
- 場 所：国土交通省 国土交通政策研究所内
- 内 容：「活動・生活の質モデルの構築についての検討」等

第4回研究会

- 開催日：平成15年3月24日(月)
- 場 所：国土交通省 国土交通政策研究所内
- 内 容：「シミュレーション結果および評価手法についての検討」等

付録2 参考文献

第2章．活動モデルの構築

- ・吉田朗・原田昇(1996)、「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 No542 / -32、pp19-31
- ・吉田朗・原田昇(1998)、「離散選択モデルアプローチによる集計型交通需要予測手法の開発」、サスティナブルモビリティを実現するための都市圏交通計画手法の開発(研究代表:太田勝敏)科学研究補助金研究成果報告書、pp3-25
- ・吉田朗・原田昇(1999)、「選択肢集合の確率的形成を考慮した集計型目的地選択モデルの研究」、土木学会論文集、No618 / -43、pp1-13
- ・仙台都市圏総合都市交通計画協議会(2000)、「都市交通計画の課題」、都市交通の提言(平成9~11年第3回物資流動調査から) pp1-2
- ・『交通ネットワークの均衡分析 - 最新の理論と解法 - 』、土木学会

第3章．「環境負荷」評価モデルの構築

- ・中央環境審議会大気環境部会自動車排出ガス専門委員会(2002)、「今後の自動車排出ガス低減対策のあり方について(第五次答申)」
- ・環境庁大気保全局大気規制課編(1993)、『窒素酸化物総量規制マニュアル[改訂版]』
- ・財団法人道路環境研究所編集(2000)、『道路環境影響評価の技術手法 第2巻』
- ・日本音響学会道路交通騒音調査研究委員会(1999)、「道路交通騒音の予測モデル”ASJ Model 1998”」、日本音響学会誌 55巻4号、pp281-324
- ・東京都環境保全局(1983)、「道路沿道を対象とした大気汚染予測手法に関する検討報告書」
- ・東京都環境保全局(1997)、「自動車大気汚染物質の排出係数調査 - 排出係数の算出方法 - 」
- ・沿道交通騒音状況研究会監修(1998)、『道路周辺の交通騒音状況9』
- ・環境庁大気保全局自動車環境対策第二課監修(1997)、『道路周辺の大気汚染状況9』
- ・環境庁大気常時監視研究会監修(1998)、『平成9年版日本の大気汚染状況』
- ・国土交通省国土交通政策研究所等(2002)、「仙台都市圏における環境負荷(民生部門)の低減に係る施策に関する検討報告書」

第4章．「生活の質」評価モデルの構築

- ・「環境指標」の展開、内藤正明・森田恒幸、日本計画行政学会編
- ・森本章倫・中川義英(1990)、「住宅地における環境の評価指標に関する研究」、土木学会論文集第419号 / -13、pp71-80
- ・吉田朗(1998)、「近隣環境における「生活の質」の計測に関する研究」1998年度第33回日本都市計画学会論文集、pp37-42
- ・『都市計画数理』、谷村秀彦・梶秀樹・池田三郎・腰塚武志、朝倉書店

第7章．システムダイナミクスによる因果関係分析の検討

- ・『システムダイナミクス・ノート』、蒲生勲輝・山内昭・大江秀房、マグロウヒル好学社(1981)