

## 4 . 事業所立地誘導政策の自動車環境負荷低減効果に関する研究

### A study on the effect of business location control policy from a viewpoint of reduction of traffic environmental impact

東京大学大学院工学系研究科都市工学専攻 16148 萩原 浩之

The problem of traffic environmental impact exists in many cities in Japan. However there are not enough studies on estimating the effect of business location control policy.

In this research, ABC policy in Holland, which is famous for the idea "putting a right business in a right place" was picked up. In order to compare the scenario based on the idea of ABC policy with some other scenarios from a viewpoint of reduction of traffic environmental impact, the model was made which estimates the change of traffic environmental impact when land-use changes. And by scenario analysis it was showed that the former is superior to the latter in the reduction of carbon dioxide.

#### 1 研究の背景と目的

##### 1 - 1 研究の背景

現在、日本の各都市において依然として自動車による環境負荷が問題となっている。そのため様々な交通政策が行われているが、広域的な交通環境の改善は交通量だけをコントロールするだけでは達成できないという認識から、交通計画と土地利用政策の一体的なアプローチの必要性が高まっている。

このような状況を踏まえ、都市圏レベルで環境負荷低減のための土地利用政策の分析を行っている研究として、主に森本ら<sup>(1)(2)</sup>、杉田ら<sup>(3)</sup>、堀ら<sup>(4)</sup>の論文が挙げられる。しかしこれらの研究は主に居住地分布を対象としており、事業所の立地誘導に関する効果分析は不十分であると言える。また業種を考慮した分析は行われていない。事業所の立地誘導を扱った研究としては、オランダ ABC 立地政策の日本の都市への適用を扱った松田<sup>(5)</sup>、村岡ら<sup>(6)</sup>の研究がある。しかし、これら 2 つの研究においては、立地誘導が行われた場合の効果分析までは行っていない。

##### 1 - 2 研究の目的

以上の社会的背景および既存研究を踏まえて、本研究では事業所立地誘導政策、特に業種を考慮した施策として有名なオランダの ABC 立地政策

に着目し、この考え方に基づいて立地誘導を行った場合の環境負荷低減効果をシナリオ分析によって分析し、他の土地利用施策と比較することを目的とする。

なお、本研究では対象地として仙台都市圏を選定した。その理由としては、自動車依存度が高く環境負荷の問題が存在すること、都市構造が比較的単純で施策効果の分析を行いやすいこと、各種データの入手可能性などである。

#### 2 分析のフレームワーク

まず、分析モデルを作成する。交通(発生集中、分布、分担、配分)モデルを作成し、環境負荷評価指標の設定を行う。

次に、ABC ポリシーの考え方を仙台都市圏に適用し、地区の分類と業種の分類を行う。

最後にこれらを用いてシナリオ分析を行う。本来は、立地誘導政策を行った場合に企業の立地行動がどう変化するのかを推定するモデルを作成するのが理想的であるが、企業活動の変化を考慮することは非常に困難である。そこで本研究では設定した地区分類と業種分類に基づいて、平成 4 年から平成 10 年の間に増加した従業者を各シナリオに従って誘導できたと仮定した場合に、どの程度の環境負荷低減効果があるかを調べるこ

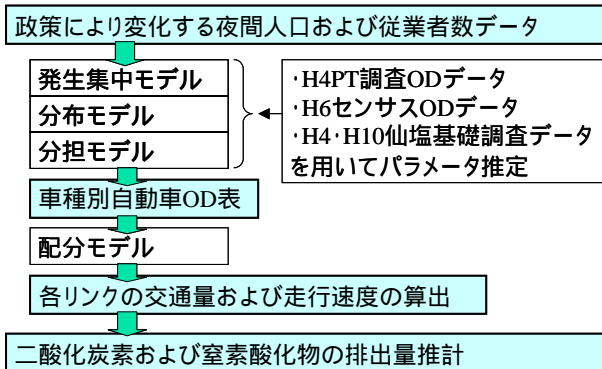
とする。

具体的なシナリオとしては、何も行わなかった場合（現状）ABC ポリシー型の誘導施策、業種を考慮しない誘導施策、居住地誘導施策とABC ポリシー型の複合施策、の大きく分けて4つを行う。これにより、ABC ポリシー型の誘導施策を行った場合と現状との比較を行うとともに、既存研究でよく用いられているのシナリオとの施策効果の違いを調べる。またでは居住地誘導とABC ポリシー型の複合施策の相乗効果について調べる。これにより一定の仮定のもとではあるが、既存研究では不十分であった、業種を考慮した事業所立地誘導政策の環境負荷低減効果を把握できると考えられる。

### 3 分析モデル

#### 3 - 1 分析モデルの構造

以下のようになっており、政策により変化する従業者等のデータをインプットとして、CO<sub>2</sub>およびNO<sub>x</sub>排出量を推計するというものである。



#### 3 - 2 発生集中モデル

- 重回帰モデル

$$O_i = a_0 + \sum_k a_k P_{ik}$$

$$D_i = b_0 + \sum_k b_k P_{ik}$$

$O$ : 発生トリップ数、 $D$ : 集中トリップ数

$i$ : ゾーン番号、 $P_k$ : 夜間人口及び各種従業者数

$a, b$ : パラメータ

- 対象ゾーン: 貨物車以外のトリップはH4PT調査中ゾーン186ゾーンで、貨物車トリップはH6センサスBゾーン28ゾーン
- 交通目的: 通勤、通学、帰宅、私事、業務

- 説明変数: 夜間人口、13の業種別中業者数業種の分類に用いる13業種を用いることで誘導の効果を交通に反映しやすいモデルとしている。
- パラメータ推定結果: 重相関係数は0.89~0.98となっている。

#### 3 - 3 分担モデル

- 多項選択ロジットモデル  
選択確率

$$P_k = \frac{\exp(v_k)}{\sum_i \exp(v_i)}$$

$P$ : 選択確率、 $k$ :  $k$ 番目の交通手段

効用関数

$$v_t = a_1 x_{tij} + a_2 l_i + a_3 l_j + a_6$$

$$v_b = a_1 x_{bij} + a_4 m_i + a_5 m_j + a_7$$

$$v_c = a_1 x_{cij} + a_8$$

$$v_w = a_1 x_{wij}$$

$v$ : 効用、 $x$ : 所要時間

$t$ : 鉄道、 $b$ : バス、 $c$ : 自動車、 $w$ : 徒歩二輪

$l$ : ゾーン中心から最寄駅までの距離

$m$ : ゾーン中心から最寄バス停までの距離

$i$ : 発ゾーン、 $j$ : 着ゾーン

$a_1 \sim a_8$ : パラメータ

- 交通手段: 鉄道、バス、自動車、徒歩二輪
- 交通目的: 通勤、通学、帰宅、私事、業務
- 補足: パラメータ推定における交通手段の選択可能性は以下のように設定

徒歩・二輪: ゾーン間距離が8km未満

バス: バス停まで2km未満

鉄道: バス停まで2km未満、または鉄道駅まで2km未満

- パラメータ推定結果: 表3-(1)参照、<sup>2</sup>は0.19~0.31となっている。

なお、貨物車トリップに関しては、手段転換はないとして分担モデルは作成していない。

表 3-(1) 分担モデルパラメータ推定結果

	通勤		通学		帰宅	
	パラメータ	t値	パラメータ	t値	パラメータ	t値
A1	-0.061649	-20.807	-0.125415	-13.884	-0.083695	-26.487
A2	-0.000293	-11.939	-0.000183	-4.295	-0.00021	-5.698
A3	-0.000263	-3.850	-	-	-0.000259	-7.173
A4	-0.000165	-2.299	-	-	-	-
A5	-	-	-	-	-	-
A6	0.88431	21.593	-0.799463	-22.039	-0.678558	-14.930
A7	-0.671878	-28.383	-1.09892	21.466	-1.40143	-31.378
A8	0.765908	24.403	-1.01589	-35.868	-0.5396	-24.744
初期尤度	-365130	-	-268310	-	-1091900	-
最終尤度	-280580	-	-200879	-	-873170	-
2	0.232	-	0.251	-	0.185	-

- 交通目的：通勤、帰宅、私事、業務（乗用車、小型貨物車、普通貨物車）
- 説明変数：交通手段の合成効用、夜間人口、13業種を6つにまとめた従業者数
- パラメータ推定結果：表 3-(2)参照、 $R^2$  は 0.20 ~ 0.33 となっている。

表 3-(2) 分布モデルパラメータ推定結果

	私事		業務	
	パラメータ	t値	パラメータ	t値
A1	-0.070702	-25.960	-0.09839	-32.057
A2	-0.00012	-5.510	-	-
A3	-0.000101	-3.287	-	-
A4	-0.000232	-6.309	-	-
A5	-	-	-	-
A6	-1.2314	-16.950	-1.13937	-9.822
A7	-1.45131	-23.565	-1.78171	-12.359
A8	-0.472301	-17.288	0.972801	22.387
初期尤度	-626300	-	-318020	-
最終尤度	-460041	-	-219051	-
2	0.265	-	0.311	-

	通勤		帰宅		私事		業務	
	パラメータ	t値	パラメータ	t値	パラメータ	t値	パラメータ	t値
A1	-	-	0.825	8.444	0.102	1.936	-	-
A2	0.119	1.914	-	-	-	-	0.0950	2.176
A3	0.101	1.439	-	-	-	-	0.200	1.981
A4	0.148	3.293	-	-	0.324	4.629	0.147	3.927
A5	-	-	-	-	0.0324	1.235	-	-
A6	0.0472	2.983	-	-	-	-	0.134	2.435
A7	0.202	4.192	-	-	0.227	3.981	0.200	5.421
A8	0.867	8.626	0.871	13.094	0.809	14.781	0.730	9.882
初期尤度	-1035.2	-	-932.06	-	-1018.9	-	-1047.9	-
最終尤度	-798.456	-	-743.526	-	-684.302	-	-806.627	-
2	0.229	-	0.202	-	0.328	-	0.230	-

	小型貨物車		普通貨物車	
	パラメータ	t値	パラメータ	t値
A1	-	-	-	-
A2	0.148	1.726	0.298	2.981
A3	0.364	9.810	0.445	3.180
A4	0.193	2.740	0.169	2.287
A5	-	-	-	-
A6	0.358	2.927	0.576	8.312
A7	0.464	3.127	0.701	3.421
A8	-1.104	-4.188	-0.830	-2.930
初期尤度	-407.9	-	-421.9	-
最終尤度	-296.627	-	-326.5	-
2	0.273	-	0.226	-

- A1: 所要時間(分)
- A2: 発ゾーンの最寄駅までの距離(m)
- A3: 着ゾーンの最寄駅までの距離(m)
- A4: 発ゾーンの最寄バス停までの距離(m)
- A5: 着ゾーンの最寄バス停までの距離(m)
- A6: 鉄道ダミー
- A7: バスダミー
- A8: 自動車ダミー

3 - 4 分布モデル

- 目的地選択のネスティッドロジットモデル効用関数

$$v_{ij} = \lambda d_{ij} + \sum_k \delta_k \ln \frac{x_{jk}}{S_j} + \ln S_j$$

$d_{ij}$ :  $ij$  間のアクセシビリティ指標 (分担モデルのログサム)

$x_j$ : 目的地  $j$  ゾーンの実績値

$S_j$ : 目的地  $j$  ゾーンの実績変数でゾーン面積を使用、 $\lambda$ : パラメータ

尤度関数 (発生トリップの大きさによる重み付きの対数尤度関数を使用)

$$\ln L = \sum_i w_i \sum_j P_{ij}^0 \cdot \ln P_{ij}$$

$$w_i = \frac{G_i}{\sum_i G_i} \cdot N$$

$N$ : ゾーン数  $W_i$ : 重み

$P_{ij}^0$ :  $i$  ゾーン発の  $j$  ゾーン着割合の実績値

$P_{ij}$ :  $i$  ゾーン発の  $j$  ゾーン着割合の推定値

$G_i$ :  $i$  ゾーン発生量 (内々を除く)

説明変数

- A1:ln目的地の夜間人口密度(人/ha)
- A2:ln目的地の建設業・製造業従業者密度(人/ha)
- A3:ln目的地の卸売り業従業者密度(人/ha)
- A4:ln目的地の都市型小売業・買回り品小売業・最寄品小売業・飲食店従業者密度(人/ha)
- A5:ln目的地の金融保険業・不動産業従業者密度(人/ha)
- A6:ln目的地の運輸通信業従業者密度(人/ha)
- A7:ln目的地の電気ガス水道業・サービス業・公務従業者密度(人/ha)
- A8:交通手段の合成効用(貨物車トリップ以外)、lnゾーン間平均所要時間(分)(貨物車トリップ)

3 - 5 配分モデル

- 配分原則：確率的利用者均衡法
- OD 表：上述のモデルにより推定された車種別(乗用車、小型貨物車、普通貨物車)時間帯別(1時間単位)のOD表。域外を含むトリップは H6 センサスを用いて補完。ゾーンレベルは H6 センサス B ゾーンレベルで、セントロイド数 80。
- ネットワーク：デジタル道路地図より 5.5m 以上のリンクを抽出(図 3- 参照)
- リンクパフォーマンス関数：松井ら<sup>7</sup>により推定された時間 BPR 関数を利用
- 時間価値：道路投資の評価に関する指針(案)を参考に乗用車 56 円/分、小型貨物車 90 円/分、普通貨物車 101 円/分を使用
- 現状再現性：交通量の  $R^2 = 0.623$ 、速度の  $R^2 = 0.597$



図3 - 配分ネットワーク

### 3 - 6 一連の交通モデルの現状再現性

3-2~3-5 で作成した一連の交通モデルの再現性は、交通量の  $R^2 = 0.478$  となっている。

### 3 - 7 環境負荷評価指標

排出係数として平成6年度車種別速度別平均排出係数（東京都推定）を用いる。施策の環境負荷低減効果の評価には  $CO_2$  排出量と  $NO_x$  排出量を用いるが、 $CO_2$  は対象地域全域での総量が問題になるのに対して  $NO_x$  は地域的・時間的な濃度が問題となる。本研究では濃度の算定は行っていないので、単位面積あたりの排出量（以後、排出密度）を考へることとする。これらを踏まえて以下の2つを施策評価の指標とする。

- ・ ネットワーク全域における平日 24 時間二酸化炭素排出量(t)
- ・ 仙台市中心部（西：東北自動車道、東：仙台東部道路、南：仙台南部道路、北：塩釜街道、に囲まれた地域）におけるピーク時間帯（7 時台）窒素酸化物排出密度( $kg/km^2$ )

## 4 ABC ポリシーの仙台都市圏への適用

### 4 - 1 オランダ ABC ポリシーの概要

#### ・ 考え方

地区のアクセシビリティ特性に対応したモビリティ特性を持つ業種を立地させ、交通混雑、環境負荷の低減を図る。

#### ・ アクセシビリティプロフィール

A 立地：公共交通の利便性が高い、B 立地：公共交通の利便性が比較的高くて自動車の利便性もよい、C 立地：自動車の利便性がよい。これらの特性を満たすように、駅やバス停からの距離等を用いて地区を分類している（表 4-(1)参照）。

表 4-(1) 地区ごとの基準（4 大都市）

地区タイプ	基準
A 立地	中央駅への距離が1.2km未満 同駅への距離が1.8km未満で、バス停が300m以内 同駅への距離が2km未満で、地下鉄駅などが300m以内 同駅への距離が1.4km未満で、トラムが300m以内 - のいずれかに該当
B 立地	鉄道駅か地下鉄駅などから800m以内 高速道路へのアクセスが2km以内、もしくは主要都市道路から500m以内 - のすべてを満たす
C 立地	高速道路へのアクセスが2km以内

#### ・ モビリティプロフィール

モビリティ特性を決める指標を 従業員密度、来訪者密度、自動車の業務利用割合、貨物の搬出入、とし、これらの条件から、11 分類の事業所タイプごとに適切な立地先を指定している（表 4-(2)参照）。

表 4-(2) 11 の事業所タイプごとの最適立地先

	最適立地	次善立地
1 低密度な工場	C	-
2 農業関連企業	C	R
3 貿易関連企業	B	C
4 運輸・通信関連企業	C	-
5 自動車依存度の高い業務オフィス	B	-
6 高密度な工場	B	AI
7 自動車依存度の低い業務オフィス	A	AI/B
8 官公庁	A	AI
9 社会サービス	B	AI
10 公共施設	A	AI
11 医療施設	B	AI

### 4 - 2 アクセシビリティプロフィールの適用

地区分類の仕方にはいくつかの方法が考えられるが、本研究ではオランダの地区分類手法に習い、駅やバス停から距離を用いて、アクセシビリティプロフィールを行うこととした。ただしこの場合、オランダの距離基準が日本の都市において適切であるかどうかはわからない。そこで、以下の2つのケースを設定し、次章のシナリオ分析で施策効果の比較を行うこととした。

#### 【ケース1】

オランダの距離基準をそのまま適用した場合。

地区タイプ	基準
A 立地	仙台駅への距離が1.2km未満 仙台駅への距離が1.8km未満で、バス停が300m以内 仙台駅への距離が2km未満で、地下鉄駅などが300m以内 - のいずれかに該当
B 立地	鉄道駅か地下鉄駅などから800m以内 高速道路へのアクセスが2km以内、もしくは主要都市道路から500m以内 - のすべてを満たす
C 立地	高速道路へのアクセスが2km以内

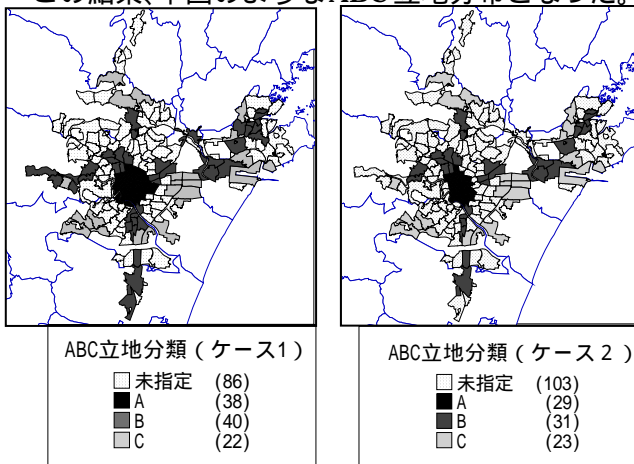
#### 【ケース2】

オランダの都市と仙台都市圏の自動車分担率はともに 40% 台と大きな違いはないことから、オ

ランダの ABC ポリシーで目標としている通勤交通の自動車分担率を目安として、それが A 立地は 20%以下、B 立地は 35%以下となるように、駅からの距離基準を再設定した。

地区タイプ	基準
A 立地	仙台駅への距離が1.0km未満 仙台駅への距離が1.4km未満で、バス停が300m以内 仙台駅への距離が2km未満で、地下鉄駅などが300m以内 - のいずれかに該当
B 立地	鉄道駅か地下鉄駅などから500m以内 高速道路へのアクセスが2km以内、もしくは主要都市道路から500m以内 - のすべてを満たす
C 立地	高速道路へのアクセスが2km以内

この結果、下図のような ABC 立地分布となった。



#### 4 - 3 モビリティプロフィールの適用

仙塩基礎調査における 13 の事業所分類（建設、製造、卸売り、都市型小売、買回品小売、最寄品小売、飲食店、金融・保険、不動産、運輸・通信、電気ガス水道、サービス、公務）に対してモビリティプロフィールを適用する。各業種の詳細なデータがない都合上、以下のように分類を行う。

まず、オランダの業種と日本の業種において自動車利用にそれほど大きな違いはないと仮定し、オランダの事業所タイプ（表 4-(2)参照）に対応させられる業種を分類する。結果は表 4-(3)参照。

表 4-(3) 対応可能と考えられる業種

業種	対応する事業所タイプ	立地先
建設	工場 + オフィス	ABC
製造	工場 + オフィス	ABC
卸売り	自動車依存度高いオフィス	C
金融・保険	自動車依存度低いオフィス	AB
不動産	自動車依存度低いオフィス	AB
運輸・通信	運輸通信関連企業	C
電気ガス水道	自動車依存度低いオフィス	AB
サービス	社会サービス	AB
公務	公官庁	AB

次に発生集中モデル作成と同様に、自動車のみの発生集中量の重回帰分析を行い、各業種の自動

車分担率および従業員 1 人あたりの自動車負荷を推定する。これを用いて先ほどの分類のチェックと残りの業種の分類を行う。この結果、本研究で用いるモビリティプロフィールは表 4-(4)のようになった。

表 4-(4) 13 業種の立地先

業種	立地先
建設	ABC
製造	ABC
卸売り	C
都市型小売	A
買回品小売	AB
最寄品小売	全地域
飲食店	全地域
金融・保険	AB
不動産	AB
運輸・通信	C
電気ガス水道	AB
サービス	AB
公務	AB

## 5 シナリオ分析

### 5 - 1 現状分析

分析モデルを用いて平成 4 年と平成 10 年の現状分析を行ったところ、表 5-(1)のようになった。

表 5-(1) 現状の環境負荷

	平成4年	平成10年
全域における平日24時間二酸化炭素排出量(t)	3453.4	3839.7 (11.19)
仙台市中心部のピーク時間帯(午前7時台)窒素酸化物排出密度(kg/km <sup>2</sup> )	4.150	4.331 (4.36)

( )内は H4 からの増加(%)

### 5 - 2 ABC ポリシー型の誘導施策

誘導の方法は、地区のアクセシビリティプロフィールに業種のモビリティプロフィールがそぐわない業種の従業者を誘導対象とし、従業者の移動先はゾーン面積に応じて比例配分することとした。この結果、現状（平成 10 年）と比較すると、表 5-(2)のようになった。

表 5-(2) ABC ポリシー型誘導施策の効果

	現状	ケース1	ケース2
全域における平日24時間二酸化炭素排出量(t)	3839.7	3748.1 (-2.39)	3729.5 (-2.87)
仙台市中心部のピーク時間帯(午前7時台)窒素酸化物排出密度(kg/km <sup>2</sup> )	4.331	4.317 (-0.32)	4.316 (-0.35)

( )内は現状からの増減(%)

いずれの指標においてもケース 2 の方が施策

効果が高いので以後、ABC ポリシー型のシナリオとしてケース2を用いることとする。

### 5-3 他の従業者誘導施策との比較

既存の研究でよく行われている、業種を考慮しない従業者誘導施策と、ABC ポリシー型の施策の比較を行う。シナリオとしては以下の2つを設定した。

- ・ 集中型：仙台駅を中心に半径2km以内
- ・ 分散型：仙台駅、東仙台、長岡駅、本塩釜駅を中心に半径1km以内

これらの指定地域に従業者を誘導する。

誘導の方法としては、指定地域外で平成4年から平成10年に増加した従業者のうち、ABCポリシー型で移動したのと同じ人数の従業者(H10の全従業者の8.2%にあたる)を指定地域に移動する。

この結果、表5-(3)のようになった。

表5-(3) 施策効果の比較

	現状	ABC型	集中型	分散型
全域における平日24時間二酸化炭素排出量(t)	3839.7	3729.5 (-2.87)	3745.5 (-2.45)	3806.1 (-0.88)
仙台市中心部のピーク時間帯(午前7時台)窒素酸化物排出密度(kg/km <sup>2</sup> )	4.331	4.316 (-0.35)	4.368 (0.83)	4.287 (-1.02)

( )内は現状からの増減(%)

ABCポリシー型はCO<sub>2</sub>排出量削減において他の2つの誘導施策より有効であり、また集中型が都心部のNO<sub>x</sub>排出密度を増加させているのに対して、ABCポリシー型はそのような悪影響がないという結果となった。

### 5-4 居住地誘導施策

居住地誘導の方法は、未指定とC立地指定ゾーンで増加した人口を、A立地とB立地指定のゾーンに誘導することとした。結果として、移動人口はH10の全人口の7.3%となった。結果は表5-(4)のようになった。

表5-(4) 居住地誘導施策の効果

	現状	ABC型	居住地誘導	ABC型+居住地誘導
全域における平日24時間二酸化炭素排出量(t)	3839.7	3729.5 (-2.87)	3712.5 (-3.31)	3666.3 (-4.52)
7時台)窒素酸化物排出密度(kg/km <sup>2</sup> )	4.331	4.316 (-0.35)	4.277 (-1.25)	4.239 (-2.13)

( )内は現状からの増減(%)

本シナリオでは、居住地誘導のほうが事業所誘導より効果が高いという結果となった。また、2つの施策を複合させた場合、CO<sub>2</sub>排出量削減にお

いては相乗効果は特に見られなかったが、NO<sub>x</sub>排出量削減においては相乗効果が見られた。

## 6 本研究のまとめと今後の課題

### 6-1 本研究のまとめ

本研究では交通面からの土地利用政策を検討する上で重要な事業所立地誘導の施策効果を把握するためにシナリオ分析を行った。分析モデルでは、発生集中および分布モデルにおいて、モビリティプロファイルに用いる13業種の従業者数を説明変数とすることで、誘導効果を交通に反映しやすいモデルを作成した。

そしてシナリオ分析により、二酸化炭素排出量削減においてABCポリシー型の誘導施策が業種を考慮しない施策よりも有効であることを示した。

### 6-2 今後の課題

今後の課題としては、政策を行ったときの企業の立地戦略を考慮したモデルの作成、より適切なアクセシビリティプロファイルの分類基準の検討、事業所単位の特性に応じたモビリティプロファイルによる分析、個別のデータがないために本研究では扱わなかった駐車場規制の効果を考慮した分析、などが挙げられる。

### 参考文献

- 1) 森本章倫・小美野智紀・品川純一・森田哲夫：東京都市圏におけるPTデータを用いた輸送エネルギー推計と都市構造に関する実証的研究、土木計画学研究論文集No.13、1996
- 2) 森本章倫・古池弘隆：都市構造からみた輸送エネルギー削減施策の効果推計に関する研究、第33回日本都市計画学会学術研究論文集、1998
- 3) 杉田浩・鹿島茂・谷下雅義・高嶋裕治：東京都市圏における交通行動の地域特性分析と都市構造の評価に関する研究、土木計画学研究講演集No.21(2)、1998
- 4) 堀裕人・細見昭・黒川洸：自動車エネルギー消費量から見たコンパクトシティに関する研究、第34回日本都市計画学会学術研究論文集、1999
- 5) 松田健志：日交研シリーズA-227 交通計画と統合された土地利用計画手法に関する研究、1997
- 6) 村岡洋成・森本章倫・浅野光行：日本型ABCポリシーを想定した通勤自動車の削減効果に関する研究、第37回日本都市計画学会学術研究論文集、2002
- 7) 横山重久：仙台都市圏における道路交通騒音削減施策の効果分析、東京大学大学院修士論文、2000
- 8) 吉田朗・林一成：都市交通計画からみた地域評価と土地利用規制・誘導の考え方 - 仙台都市圏を事例に -、IBS研究報告2000、2001
- 9) 都市交通プロジェクトの評価 - 例題と演習 -、森杉壽芳・宮城俊彦編著、コロナ社、1996
- 10) 非集計行動モデルの理論と実際、土木学会、1995