

Version  
1.0

**国土技術政策総合研究所版**  
**都市の将来像アセスメントツール**  
**技術資料**



国土交通省

**国土技術政策総合研究所**

National Institute for Land and Infrastructure Management



# 目次

1. 都市アセスメントツールの全体像	1
1-1 都市の将来像アセスメントの必要性	1
1-2 都市の将来像アセスメントツールの概要	2
2. 将来都市構造予測モデル	5
2-1 モデルの概要と構成	5
2-2 モデルの設計の考え方	7
2-3 土地利用モデルの設計の詳細	10
2-3-1 アクセシビリティモデル	10
2-3-2 土地供給モデル	10
2-3-3 床供給モデル	11
2-3-4 世帯属性遷移モデル	12
2-3-5 住み替え率設定モデル	12
2-3-6 立地選択対象世帯数	12
2-3-7 家計立地選択モデル	13
2-3-8 人口変換モデル	16
2-3-9 企業立地選択モデル	16
2-3-10 地代モデル	18
2-4 交通モデルの設計の詳細	19
2-4-1 生成、発生・集中交通量モデル	19
2-4-2 分布交通量モデル	19
2-4-3 分担交通量モデル	20
2-4-4 配分交通量モデル	22
2-5 利用データ	23
2-6 パラメータ推定方法	26
3. ゾーンサイズ調整モジュール	30
3-1 ゾーンサイズ調整モジュールの概要と構成	30
3-1-1 ゾーンサイズ調整モジュールの必要性	30
3-1-2 ゾーンサイズ調整のケース分類と一般化	31
3-2 ゾーンサイズ調整モジュールの設計の詳細	34
3-2-1 変換対象データと処理機能	34
3-2-2 変換処理タイプの集約	37
3-2-3 各変換処理機能タイプの概要	37
3-2-4 配分指標の設定	39

4. 将来都市構造評価モデル	40
4-1 将来都市構造評価モデルの概要と構成	40
4-2 評価指標の考え方	42
4-3 「暮らし」の指標の算定方法	47
4-4 「安全」の指標の算定方法	60
4-5 「環境」の指標の算定方法	67
4-6 「活力」の指標の算定方法	75
4-7 「行政サービスコスト」の算定方法	78
5. モデルの実行環境	85
5-1 システム構築の基本方針	85
5-2 システム構造	87
5-3 処理フロー	88
5-4 ファイル入出力構造	90

#### 免責事項及び利用条件

本資料及び記載している各種技術等の利用において、利用者は下記条件に同意したものと見なします。

○本資料および記載している各種技術等は、一定の前提条件および実装上の技術的観点等をもとに簡略化や仮定のモデル化等を行って構築されています。研究遂行上可能な範囲で、モデルの信頼性・頑健性等については確認をしましたが、多様な都市構造の特性すべてが網羅されているわけではありません。つまり、本資料および記載している各種技術等は、明示的もしくは暗示的であるかに関わらず、一切の通告、保証、条件なしに「現状」ベースで提供されるものです。したがって、利用者は、使用に当たって、本資料に記載のモデルやプログラムの開発経緯、目的、モデルの前提条件、限界や留意点等について十分理解した上で使用することを条件とします。

○本資料および記載している各種技術等を使用して得られた計算結果等のアウトプットを第三者に提供する場合、利用者は、第三者に対して本資料および記載している各種技術等をもとに、利用者による設定条件によって算出された結果であることについて説明を行うこととします。

○本資料および記載している各種技術等を使用して得られた結果に起因する損害等が発生したとしても、国土交通省及び国土技術政策総合研究所としては、利用者に対していかなる保障をするものではありません。



## 1. 都市アセスメントツールの全体像

### 1-1 都市の将来像アセスメントの必要性

人口の減少と高齢化が我が国の諸都市において進展しており、人口変化への対応は地球環境に伴う都市の持続可能性における主要な問題として、また、財政問題の一つとして受け止められている。2005年にピークに達した人口は、2055年には30%減少し、65歳以上の割合は、20.2%から40.5%にまで増加すると予想されている。以上のような人口の減少と高齢化は、様々な都市で進行中であり、環境と財源の制約に加え、このような経済的社会的状況下における持続可能な都市の形成は、都市政策上の重要な問題である。

特に地方都市の多くにおいては、これまで右肩上がりの成長を前提に、郊外への市街地の拡散的拡大が進んでおり、人口減少が著しい地域を中心に、施設の道路・下水道など都市インフラの維持管理・更新に関する問題、公共交通、医療・福祉をはじめとする生活サービス全般の効率低下の問題、大量に発生する空地や空き家の管理の問題などが注目されつつある。既存の行政サービスの効率化をどのように図り、より費用対効果が高く同時に住民満足度も高い行政サービスを提供するための都市経営戦略を再構築するかが迫られている。これらに対応するため、都市計画においては「選択と集中」に基づく地区ごとにメリハリをつけた都市施策が必須であり、近年の「コンパクトシティ」や、国土交通省の「集約型都市構造」に関わる施策の背景にはこうした認識があると言える。一方で、「選択と集中」にあたっては、その対象・中身や、具体的なメリットとデメリットをオープンに提示し、選択・集中の対象とした理由、対象とならなかった理由、仮に選択・集中に伴うデメリットに対して何らかの手当を採る場合の範囲等について社会的合意を得た上で決定することが望ましいと思われる。これまでのいわゆる「成長の果実」を分配する都市計画とは異なり、こうした「痛みを分け合う」あるいは「いたみを最小限に止める」ための都市計画であり、その必要性についての広範な理解と、その判断においてより客観性や公平性が必要とされると考えるからである。

このような背景の下で、国土交通省国土技術政策総合研究所では「人口減少期における都市・地域の将来像アセスメントの研究」(2008～2010年度)において、都市の将来像や都市施策に関する選択肢を提示した上で、行政コストや生活の質、環境負荷等の持続可能性の観点から、これらのもたらす影響を事前に評価することを可能とするための、都市施策のアセスメント技術の体型を構築することに挑戦している。持続可能性を目指した都市政策への評価ツールの活用は、主に急成長の都市を想定したものであったが、我が国が経験している過疎化と高齢化、財政上の制約、環境負荷における我々の調査は、ユニークなケースになるだろう。

## 1-2 都市の将来像アセスメントツールの概要

自治体でのアセスメントの流れを想定した、都市の将来像アセスメントのフローを図 1 に示す。都市の将来像アセスメントに関する技術開発事項は、「データ活用手法の開発」、「施策オプション群の体系化」、「将来都市構造予測手法の開発」、「将来都市構造評価手法の開発」の 4 つの主要テーマによって構成されている。この内、後半の「将来都市構造予測手法の開発」、「将来都市構造評価手法の開発」の 2 つに力点を置いて、研究開発を進めた。「将来都市構造予測手法の開発」においては、施策の実施による将来都市構造（人口分布土地利用、交通流動等）の変化とそれに伴うインフラをはじめとする行政サービスに対する需要の変化を予測する手法について検討している。「将来都市構造評価手法の開発」においては、予測される将来の都市構造の代替案を持続可能性の観点から評価するため、行政コストや住民満足度、環境負荷や防災性等の評価指標とその算定手法について検討している。集約型都市構造の実現に向けて土地利用施策と交通施策の連携が必要とされていることから、ここではそれを的確に表現すると考えられる土地利用交通モデルを予測手法の中心においている。評価ツールの構成を図 2 に示す。

都市の将来像アセスメントツールは、地方公共団体等でのアセスメントの大きな流れに対応したものであり、以下にツールの概要をその活用イメージとともに述べる。

まず、評価の対象となる都市や地域について、後段のモデルによる予測や評価を効率的に実施するために、必要なデータの収集・加工、比較・評価の対象となる（土地利用・交通・インフラ・住宅等の）各種施策からなる複数の代替案の作成を行い、モデルに入力する。

将来都市構造予測モデルにより、施策の実施による将来都市構造（人口分布や土地利用、交通流動等）の変化とそれに伴うインフラをはじめとする行政サービスに対する需要の変化が予測値として算出される。特に、集約型都市構造の実現に向けて土地利用施策と交通施策の連携が必要とされていること等から、土地利用交通モデルが予測の中心となる。将来都市構造評価モデルは、予測される将来の都市構造の代替案を持続可能性の観点から評価するため、暮らし（QOL）、安全、環境、活力、コストの 5 分野 30 項目程度の評価指標値が算出可能であり、算出された予測値を用いてこれらの評価指標値が算出される。これらの予測・評価結果は、将来都市像・施策群の代替案がもたらすメリット・デメリットの比較等、地方自治体職員や関係市民等ステークホルダーによる計画検討の場面に適切な形で示される。

また、本ツールは開発者の関与の元に特定の都市を対象に利用することを想定したものではなく、様々な都市で様々なユーザが、場合によってはモデルの一部を改変した上で利用することを想定したものである。





図1 都市の将来像アセスメントのイメージ

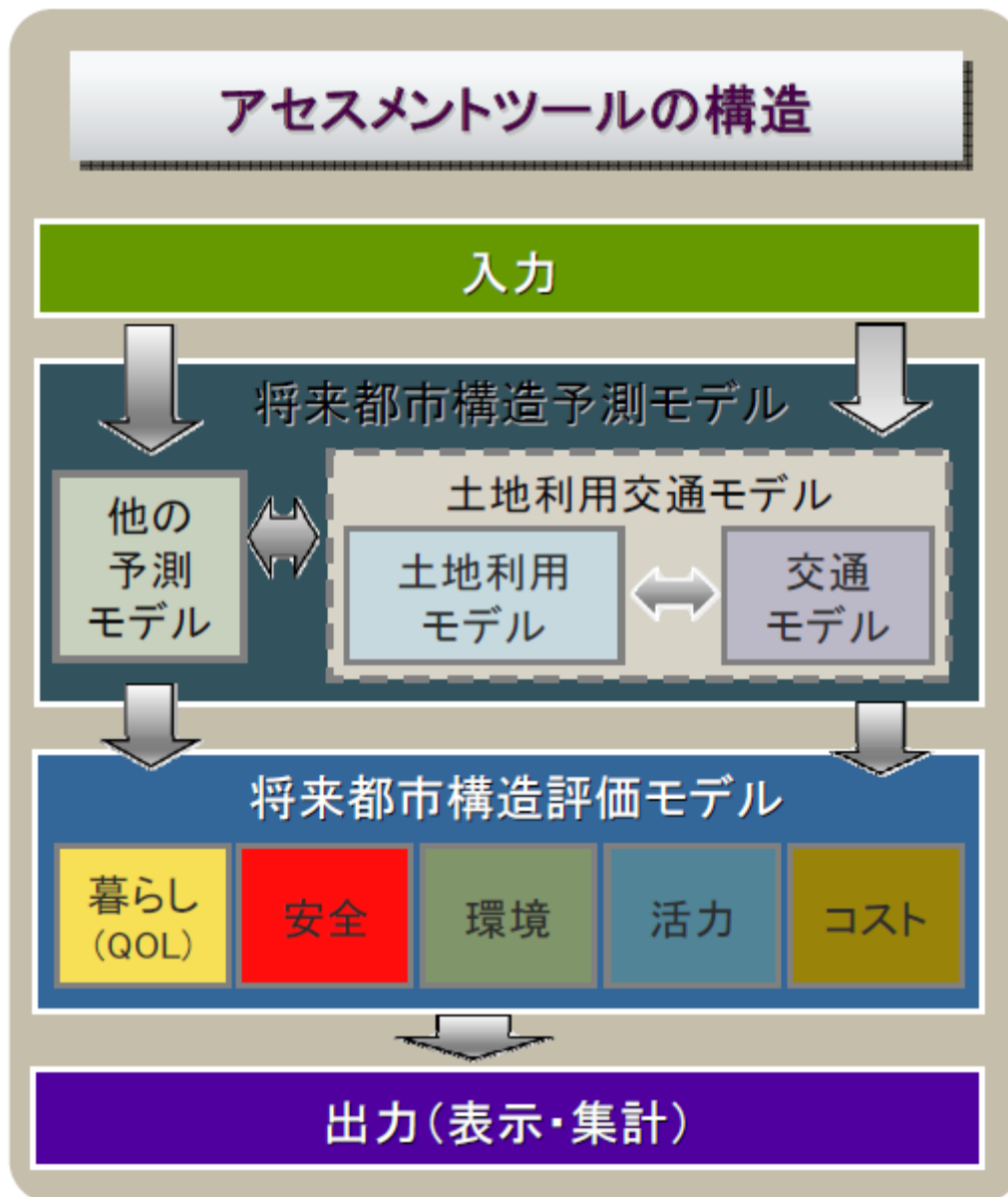


図2 アセスメントツールの主要構成

## 2. 将来都市構造予測モデル

### 2-1 モデルの概要と構成

施策代替案に対する将来の都市構造への影響を予測するための将来都市構造予測モデルは、土地利用と交通の相互作用と調整速度の差異（施策投入から実現までの時間的ラグ）に基づき、ゾーンごとの土地利用や交通の状況を逐次的に扱う集計型の土地利用交通モデルである。モデル構造を図3に示す。

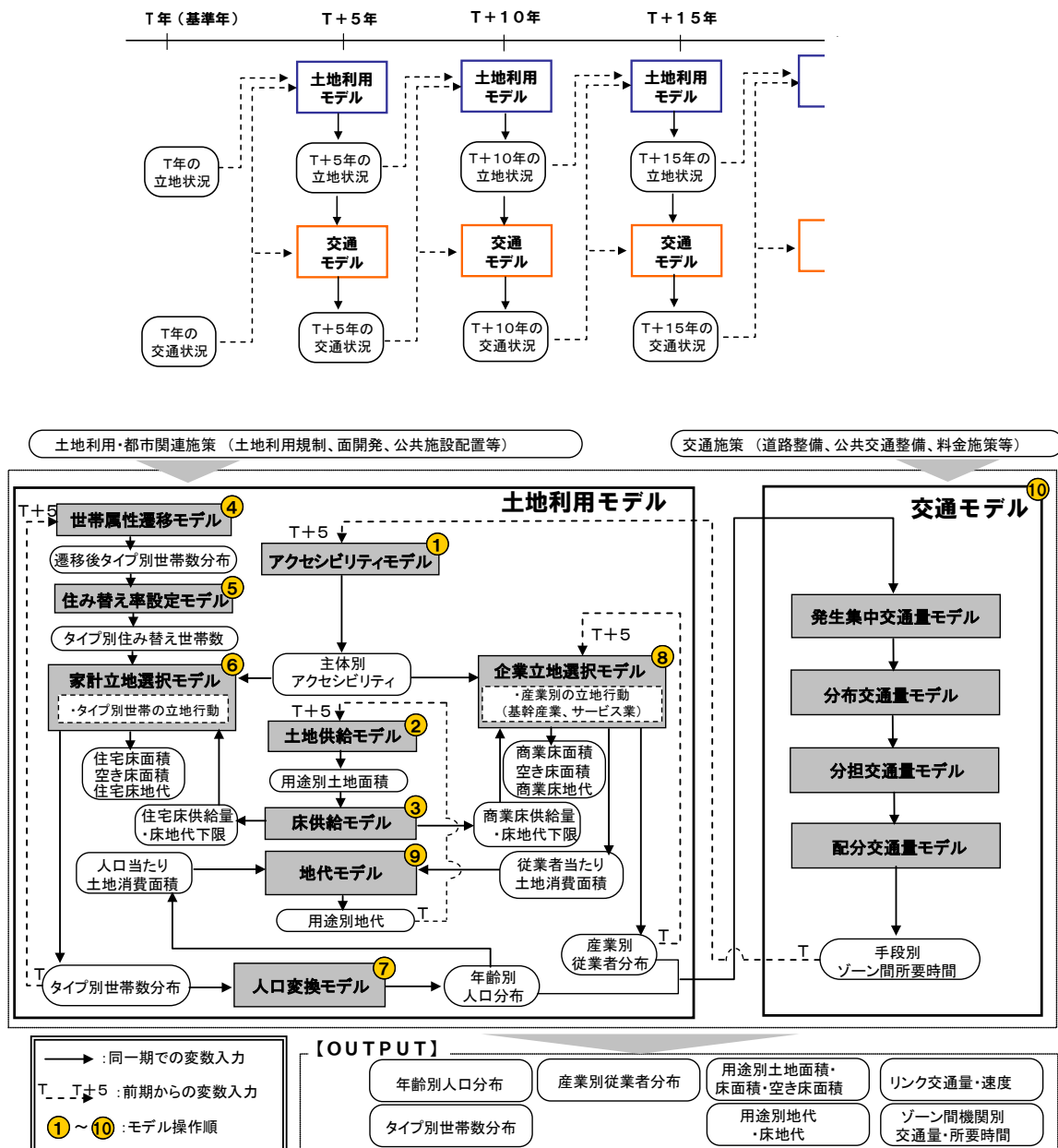


図3 モデル構造

各サブモデルは、地方公共団体等での活用を考え、都市計画基礎調査や国勢調査、PT（パーソントリップ）調査等のゾーン別集計値を入力としている。

土地利用モデルは、「アクセシビリティモデル」「土地供給モデル」「床供給モデル」「世帯属性遷移モデル」「住み替え率設定モデル」「立地選択対象世帯数」「家計立地選択モデル」「人口変換モデル」「企業立地選択モデル」「地代モデル」の10のサブモデルによって構成される。各期の土地市場においては、これらのサブモデルを順次操作することによって今期の立地分布（世帯、人口、従業者数）がシミュレートされる。

土地利用モデルへの入力データのうち、交通手段別のゾーン間所要時間は前期の交通モデルの出力結果から、また、前期のゾーン別地代および前期の立地分布（世帯、人口、従業者数）は、前期の土地利用モデルの出力結果を用いる。また、今期の立地主体分布が今期の交通モデルへ、今期の立地主体分布および各ゾーンの用途別地代が次期の土地利用モデルへそれぞれ入力される。

一方、交通モデルは、総合交通体系調査で活用される4段階推計モデルである。土地利用モデルでは世帯ベースでのモデリングを行っているが、交通モデルは人口ベースであり、人口変換モデルにおいて、世帯別人員テーブルを用いて人口に変換している。

## 2-2 モデルの設計の考え方

モデル設計にあたって、実用に供されている既存のさまざまな土地利用交通モデルについて、開発の背景、適用例、基礎的理論、実装における留意点等をレビューし、整理した。整理結果を表1に示す。

表1 既存土地利用交通モデルの比較

モデル名称	URBANSIM (米)	DELTA (英)	IRPUD (独)	NYMTC-LUM (米)	Vmcue (日)	RURBAN (日)
開発者	P.Waddellら	D.Simmondsら	Wegenerら	A.Anas	山崎、武藤、上田ら	宮本ら
特徴	土地利用マイクロシミュレーションモデル。	集計型の土地利用・経済モデルパッケージ。外生的な交通モデルとの連動を前提。	集計型の土地利用交通モデル。居住地選択のみマイクロシミュレーションを利用。	集計型の土地利用交通モデルであり、住宅・商業床・労働・交通市場の各期の均衡状態を表現。	応用都市経済モデル。集計型の土地利用交通モデルであり、各期の立地と交通ネットワーク均衡を表現。	集計型の土地利用交通モデル。各期の土地利用の定常状態を表現。
対象地域の仮定	閉鎖都市	閉鎖都市	閉鎖都市	閉鎖都市	閉鎖都市	閉鎖都市
土地利用・交通間の取扱い	相互作用型	相互作用型	相互作用型	統合型	統合型	相互作用型
交通モデルの概要・要件	外生交通モデルと結合。要自動車保有モデル。	外生交通モデルと結合。アクセンビティのみ利用。	4段階推計+自動車保有の交通モデルを内包。	4段階推計モデルを内包。均衡配分が要件。	4段階推計モデルを内包。均衡配分が要件。	4段階推計モデルを内包
家計立地主体	世帯 (1,890 区分)	世帯 (20-40 区分)	世帯(80 区分)	世帯(2 区分)	人口(1 区分)	世帯(3 区分)
立地需要の対象	家計	住宅	住宅	住宅床面積	土地面積	土地面積
	企業	床面積	建物床面積	建物床面積	土地面積	土地面積

以上の整理結果を踏まえ、本モデルでは以下のような設計方針により、モデルを構築している。

- 1) 対象地域に立地する立地主体（年齢別人口、産業別従業者数）は総数が外生的に与えられる。都市経済学で言う閉鎖都市（ClosedCity）を仮定する。その下で各ゾーンの立地需要量が決定される。
- 2) 土地利用、交通の各市場は、それぞれを構成するサブモデルを順次操作し、段階的にシミュレートされる。価格（交通費用、地代等）は考慮されるが、需要と供給の調整メカニズムによる各期における各市場の定常状態は表現されない。



供給床量に対する立地需要により決定される。その際、床地代の下限を設定し、需要量による床地代が下限を下回る場合には空き床が発生するものとする。地代は立地需要量と土地供給量を介して期末に決定され、次期の土地市場に影響を与える。

- 7) 交通モデルは、全国各地で行われている総合交通体系調査と同様に基本的に四段階推計法であり、配分モデルによるゾーン間時間距離の分布モデルおよび交通手段選択モデルへのフィードバックは場合によって行う。交通モデルへの入力データのうち、ゾーン別の土地利用状況（人口、従業者数分布）は、今期の土地利用モデルの出力結果を用いる。また、交通手段別のゾーン間所要時間が、次期の土地利用モデルへ交通条件として入力される。

## 2-3 土地利用モデルの設計の詳細

### 2-3-1 アクセシビリティモデル

アクセシビリティモデルは、各ゾーンの交通条件として、前期の交通条件および立地分布よりアクセシビリティ指標を作成するものである。アクセシビリティ指標としては、理論的には、当該ゾーンから目的地ゾーンまでの交通手段別所要時間による期待最大効用として、ログサム関数によって平均的な交通抵抗を与えることが望ましい。モデルの再現性を考慮すると、シミュレーション時の計算量はやや多くなるが、世帯数及び従業者数等で加重平均したものを用いる。

また、交通手段別一般化費用の取扱いに関しては、MEPLAN、DELTA 等の欧米のモデルでは各交通機関のアクセシビリティの変化により世帯の立地が直接的に変化する構造になっており、本調査でも同様の方法を用いる。

$$ACC_{li} = \frac{\sum_j N_{lj}^{t-1} \exp(C_{ij}^{t-1})}{\sum_j N_{lj}^{t-1}} \quad (1)$$

$$C_{ij}^{t-1} = \ln \left\{ \sum_k \exp(C_{kij}^{t-1}) \right\} \quad (2)$$

$ACC_{li}$  : ゾーン*i*の立地主体*l* (世帯、従業者等) に対するアクセシビリティ

$C_{ij}^{t-1}$  : ゾーン*ij*間の前期の平均所要時間 (各交通手段のログサム値)

$C_{kij}^{t-1}$  : ゾーン*ij*間の交通手段*k*による前期の所要時間

$N_{lj}^{t-1}$  : ゾーン*j*の立地主体*l* (世帯、従業者等) の前期立地者数

### 2-3-2 土地供給モデル

各ゾーンの利用可能な土地 (可住地) は工業、商業、住宅の 3 用途に分類されており、不在地主によって供給されるものとする。このうち工業地は外生的に与えられ、商業地及び住宅地は内生的に決定されるものとする。商業地と住宅地の合計面積は一定であり、地代に応じて分担率が決定されていく。本モデルでの不在地主の行動のモデル化は商業地と住宅地の分担率を決定するものであり、不在地主は自身の効用を最大限高めるために、市場動向を見極め、用途を決定していくことを表現している。

不在地主の土地供給モデルは効用最大化行動をモデル化したものであり、ゾーン*i*の地主の各用途への土地供給による効用が下式で表されるものとする。

$$V_{gi} = \lambda R_{gi}^{T-1} + \sum_a \theta_g^{YR} \cdot YR_i^a \quad (3)$$

$YR_i^a$  : ゾーン*i*における用途指定*a*のダミー変数 (外生)

$R_{gi}^{T-1}$  : ゾーン*i*における用途*g*の前期地代 (住宅地または商業地)

$\lambda, \theta_g^{YR}$  : パラメータ



ゾーン*i*において不在地主が用途*g*への土地供給を選択する確率は、以下のロジットモデルで表現される。

$$P_{gi} = \frac{\exp(\lambda V_{gi})}{\sum_{g'} \exp(\lambda V_{g'i})} \quad (4)$$

$P_{gi}$  : ゾーン*i*における用途*g*への土地供給比率

$\lambda$  : パラメータ

今期の各ゾーンにおける各用途への土地供給量は、外生的に与えられる各ゾーンの商業地及び住宅地として利用可能な面積に用途選択確率を適用して下記のように算出される。

$$L_{gi} = L_i \cdot P_{gi} \quad (5)$$

$L_{gi}$  : ゾーン*i*の用途*g*への土地供給量

$L_i$  : ゾーン*i*における商業地および住宅地として利用可能な可住地面積 (外生)

### 2-3-3 床供給モデル

各ゾーンの用途別の床は、不在地主によって供給された土地を指定容積率の範囲内で高度利用することによって供給されるものとする。指定容積率の利用率については、前期地代と用途指定の関数として定義されるものとし、下記のように表現する。

$$P_{gi}^{FAR} = \frac{1}{1 + \exp(-V_{gi})} \quad (6)$$

$$V_{gi} = \theta_g^R \cdot R_{gi}^{T-1} + \sum_a \theta_g^{YR^a} \cdot YR_i^a \quad (7)$$

$P_{gi}^{FAR}$  : ゾーン*i*における用途*g*の指定容積率利用率

$YR_i^a$  : ゾーン*i*における用途指定*a*のダミー変数 (外生)

$R_{gi}^{T-1}$  : ゾーン*i*における用途*g*の前期地代 (住宅地または商業地)

$\theta_g^R, \theta_g^{YR^a}$  : パラメータ

今期の各ゾーンにおける各用途への床供給量は、各ゾーンの商業地及び住宅地面積に建坪率、指定容積率および指定容積利用率を適用して下記のように算出される。

$$FLS_{gi} = L_{gi} \times BAR_i \times FAR_i \times P_{gi}^{FAR} \quad (8)$$

$FLS_{gi}$  : ゾーン*i*における用途*g*への床供給量

$FAR_i$  : ゾーン*i*における指定容積率 (外生)

$BAR_i$  : ゾーン*i*における建坪率 (外生)

床地代の下限は前期地代の1割として設定する。

$$FR_{gi}^{\min} = 0.1 \times R_{gi}^{T-1} \quad (9)$$

$FR_{gi}^{\min}$  : ゾーン*i*における用途*g*の床地代下限

$R_{gi}^{T-1}$  : ゾーン*i*における用途*g*の前期地代

### 2-3-4 世帯属性遷移モデル

各ゾーンにおいて、前期のタイプ別世帯に対してタイプ間の遷移確率を適用し、世帯タイプの変化、世帯の消滅、新規発生を表現する。タイプ間の遷移確率については世帯サンプルにより、別途外生的に与えられるものとする。

$$NH_{li}^T = \sum_l (N_{li}^{T-1} \cdot \mu_{li}) \quad (10)$$

$$VH_l = \sum_i \sum_l (N_{li}^{T-1} \cdot \mu_l^V) \quad (11)$$

$$GH_l = \sum_i \sum_l (N_{li}^{T-1} \cdot \mu_{li}^G) \quad (12)$$

$NH_{li}^T$  : ゾーン*i*における遷移後の世帯タイプ*l*の世帯数

$VH_l$  : 世帯タイプ*l*の消滅世帯数

$GH_l$  : 世帯タイプ*l*の新規発生世帯数

$NH_{li}^{T-1}$  : 世帯タイプ*l*の前期世帯数

$\mu_{li}$  : 世帯タイプ*l'*から*l*への世帯属性遷移確率 (外生)

$\mu_l^V$  : 世帯タイプ*l*の世帯消滅確率 (外生)

$\mu_{li}^G$  : 世帯タイプ*l'*における世帯タイプ*l*に対する新規世帯発生確率 (外生)

### 2-3-5 住み替え率設定モデル

遷移後のタイプ別世帯に外生的な留保率を適用し、今期の住み替え世帯数、および非住み替え世帯の分布を算出する。

$$NH_l^M = \sum_i (N_{li}^T (1 - \eta_l)) \quad (13)$$

$$NH_{li}^{NM} = N_{li}^T \cdot \eta_l \quad (14)$$

$NH_l^M$  : 世帯タイプ*l*の住み替え世帯数

$NH_{li}^{NM}$  : ゾーン*i*における世帯タイプ*l*の非住み替え世帯数

$\eta_l$  : 世帯タイプ*l*の留保率 (外生)

### 2-3-6 立地選択対象世帯数

遷移後および新規発生世帯数と、都市圏フレームとしての将来年齢階層別人口より、年齢階層別人口誤差を以下のように設定する。

$$TNJ'_h = \sum_l (\sum_i N_{li}^T + GH_l) \cdot \kappa_{lh} \quad (15)$$

$$\Delta TNJ_h = TNJ_h - TNJ'_h \quad (16)$$

$TNJ'_h$  : 遷移後および新規発生世帯に対する年齢階層*h*の人口

$TNJ_h$  : 年齢階層*h*の今期都市圏総人口 (人間研値)

$\Delta TNJ_h$  : 年齢階層*h*の調整人口

$\kappa_{lh}$  : 世帯タイプ*l*の年齢階層*h*に対する人口変換係数

年齢階層別人口誤差に対する世帯タイプ別調整世帯数は以下の収束計算により算出する。

1) 調整世帯初期値の設定

$$\Delta NH_l = \frac{\sum_h \Delta TNJ_h}{TNJ'_h} (N_{li}^T + GH_l) \quad (17)$$

$\Delta NH_l$  : 世帯タイプ  $l$  の調整世帯数

2) 調整世帯数に対する世帯タイプ別年齢階層別調整人口の算出

$$\Delta NJ_{lh} = \Delta NH_l \cdot \kappa_{lh} \quad (18)$$

$\Delta NJ_{lh}$  : 世帯タイプ  $l$  年齢階層  $h$  の調整世帯人口

3) 調整世帯数に対する世帯タイプ別補正係数の算出

$$\alpha_l = \sum_h \left( \frac{\Delta TNJ_h \cdot \frac{ABS(\Delta NJ_{lh})}{\sum_l ABS(\Delta NJ_{lh})}}{\sum_h \Delta NJ_{lh}} \right) \quad (19)$$

$\alpha_l$  : 世帯タイプ  $l$  の調整世帯数に対する補正係数

4) 調整世帯数の更新

$$\Delta NH'_l = \begin{cases} NH_l^M + GH_l + \alpha_l \cdot \Delta NH_l \geq 0 \rightarrow \alpha_l \cdot \Delta NH_l \\ NH_l^M + GH_l + \alpha_l \cdot \Delta NH_l < 0 \rightarrow \Delta NH_l \end{cases} \quad (20)$$

$\Delta NH'_l$  : 世帯タイプ  $l$  の更新調整世帯数

5) すべての世帯タイプ  $l$  について  $\Delta NH'_l = \Delta NH_l$  ( $\alpha_l = 1$ ) となるまで、1) ~ 4) を繰り返し計算

住み替え世帯数および新規発生世帯数に調整世帯数を加え、世帯タイプ別立地選択対象世帯数を設定する。

$$NH_l^C = NH_l^M + GH_l + \Delta NH_l \quad (21)$$

$NH_l^C$  : 世帯タイプ  $l$  の立地選択対象世帯数

### 2-3-7 家計立地選択モデル

すべての家計（世帯）は都市圏内の任意のゾーンに居住あるいは勤務するものとし、家計の住宅立地行動はランダム効用理論に基づくロジットモデルで以下のように定式化される。世帯のゾーン  $i$  への立地魅力は、確定的な要素と確率的な要素（認知誤差）により構成される。

$$V_{li} = v_{li} + \varepsilon_{li} \quad (22)$$

$V_{li}$  : 世帯タイプ  $l$  の家計のゾーン  $i$  への立地による効用

$v_{li}$  : 確定項 (間接効用関数)

$\varepsilon_{li}$  : 確率項 (測定不可能要因)

確率項  $\varepsilon_{li}$  は観測されない世帯固有の要因であり、ランダムであるかのように観測されるが、これらのランダム変数が Gumbel 分布に従うものと仮定することにより、世帯がゾーン  $i$  を選択する確率は以下のロジットモデルで表現される。

$$P_{li}^H = \frac{\exp(\theta v_{li})}{\sum_i \exp(\theta v_{li})} = \frac{\exp(v_{li}[p_Z, \mathbf{ACC}_{li}, \mathbf{XT}_i, \mathbf{XZ}_i, RH_i, \Omega])}{\sum_i \exp(v_{li}[p_Z, \mathbf{ACC}_{li}, \mathbf{XT}_i, \mathbf{XZ}_i, RH_i, \Omega])} \quad (23)$$

$P_{li}^H$  : 世帯タイプ  $l$  の世帯のゾーン  $i$  の立地選択比率

$\mathbf{ACC}_{li}$  : ゾーン  $i$  の立地主体  $l$  に対するアクセシビリティ特性ベクトル

$\mathbf{XT}_i$  : ゾーン  $i$  の交通特性ベクトル (アクセシビリティ以外)

$\mathbf{XZ}_i$  : ゾーン  $i$  の交通特性以外のゾーン特性ベクトル  
(含建物ゾーン平均建物年齢)

$RH_i$  : ゾーン  $i$  の住宅地代

$p_Z$  : 合成財価格

$\Omega$  : 一般化可処分所得

$\theta$  : ロジットパラメータ

選択時に考慮する要因として住宅床地代を考慮するものとする。また、前期の交通条件から算出されるアクセシビリティ特性については、対従業者数 (通勤利便性)、対サービス業従業者数 (商業利便性) などが候補として考えられる。

本モデルでは、家計の (間接) 効用関数を以下のように特定化する。

$$v_{li} = \alpha'_{l1} p_Z + \alpha'_{l2} \mathbf{ACC}_{li} + \alpha'_{l3} \mathbf{XT}_i + \alpha'_{l4} \mathbf{XZ}_i + \alpha'_{l5} RH_i + \alpha'_{l6} \Omega \quad (24)$$

$\alpha'_{l1}, \alpha'_{l5}, \alpha'_{l6}$  : パラメータ

$\alpha'_{l2}, \alpha'_{l3}, \alpha'_{l4}$  : パラメータベクトル

上式の (間接) 効用関数の説明変数の中で、合成財の価格、一般化可処分所得は各ゾーンで一定と仮定すると、下式のように合成財、一般化可処分所得が分母と分子で相殺され、立地選択要因として交通条件、ゾーン土地条件、地代が残る。

$$\begin{aligned}
P_{li}^H &= \frac{\exp(\alpha'_{l1}p_Z + \alpha'_{l2}\mathbf{ACC}_{ri} + \alpha'_{l3}\mathbf{XT}_i + \alpha'_{l4}\mathbf{XZ}_i + \alpha'_{l5}RH_i + \alpha'_{l6}\Omega)}{\sum_i \exp(\alpha'_{l1}p_Z + \alpha'_{l2}\mathbf{ACC}_{ri} + \alpha'_{l3}\mathbf{XT}_i + \alpha'_{l4}\mathbf{XZ}_i + \alpha'_{l5}RH_i + \alpha'_{l6}\Omega)} \\
&= \frac{\exp(\alpha'_{l1}p_Z + \alpha'_{l6}\Omega) \exp(\alpha'_{l2}\mathbf{ACC}_{ri} + \alpha'_{l3}\mathbf{XT}_i + \alpha'_{l4}\mathbf{XZ}_i + \alpha'_{l5}RH_i)}{\exp(\alpha'_{l1}p_Z + \alpha'_{l6}\Omega) \sum_i \exp(\alpha'_{l2}\mathbf{ACC}_{ri} + \alpha'_{l3}\mathbf{XT}_i + \alpha'_{l4}\mathbf{XZ}_i + \alpha'_{l5}RH_i)} \\
&= \frac{\exp(\mathbf{a}_{l1}\mathbf{ACC}_{ri} + \mathbf{a}_{l2}\mathbf{XT}_i + \mathbf{a}_{l3}\mathbf{XZ}_i + \alpha_{l4}RH_i)}{\sum_i \exp(\mathbf{a}_{l1}\mathbf{ACC}_{ri} + \mathbf{a}_{l2}\mathbf{XT}_i + \mathbf{a}_{l3}\mathbf{XZ}_i + \alpha_{l4}RH_i)}
\end{aligned} \tag{25}$$

$\mathbf{a}_{l1}, \mathbf{a}_{l2}, \mathbf{a}_{l3}$  : パラメータベクトル

$\alpha_{l4}$  : パラメータ

ここで、 $RH_i < FR_{hi}^{\min}$  のとき  $RH_i = FR_{hi}^{\min}$

$FR_{hi}^{\min}$  : ゾーン*i*における住宅床地代下限

今期の各ゾーンへの立地世帯数は、立地選択対象世帯数に立地選択確率を適用して算出される各ゾーンの立地選択世帯数に、留保世帯数を加え、下式のように算出される。

$$NH_{li} = NH_l^C \cdot P_{li}^H + NH_{li}^{NM} \tag{26}$$

$NH_{li}$  : ゾーン*i*における世帯タイプ*l*の今期世帯数

床地代は下記のように、各ゾーンにおける供給床面積と総立地世帯数より算出される。算出された床地代を式(26)に適用し、床地代と立地者数が収束するまで調整を行うものとする。

$$NH_i = \sum_l NH_{li} \tag{27}$$

$$RH_i = \max(\omega^H \exp(-\varpi^H q_i^H), FR_{hi}^{\min}) \tag{28}$$

ここで  $RH_i > FR_{gi}^{\min}$  のとき  $q_i^H = \frac{FLS_i^H}{NH_i}$ 、 $RH_i = FR_{hi}^{\min}$  のとき  $q_i^H = -\frac{1}{\varpi^H} \cdot \ln\left(\frac{FR_{hi}^{\min}}{\omega^H}\right)$

$NH_i$  : ゾーン*i*の世帯数

$RH_i$  : ゾーン*i*の住宅床地代

$q_i^H$  : ゾーン*i*の1世帯当たり土地消費面積 (内生)

$FLS_i^H$  : ゾーン*i*の住宅床供給面積

$FR_{hi}^{\min}$  : ゾーン*i*における住宅床地代下限

$\omega^H, \varpi^H$  : パラメータ

### 2-3-8 人口変換モデル

床地代は下記のように、各ゾーンにおける供給床面積と総立地世帯数より算出される。算出された床地代を式(23)に適用し、床地代と立地者数が収束するまで調整を行うものとする。

$$NJ_{hi} = \sum_l (NH_{li} \cdot \kappa_{lh}) \quad (29)$$

$NJ_{hi}$  : ゾーン*i*における年齢階層*h*の人口

$\kappa_{lh}$  : 世帯タイプ*i*の年齢階層*h*に対する人口変換係数

### 2-3-9 企業立地選択モデル

立地選択行動の対象となる従業者数については、サービス業従業者のみが対象となる。各期の総従業者数および基礎的産業の従業者分布、これらに加えて外生的に設定される大型商業施設従業者数は外生的に与えられるものとし、立地選択行動においては、サービス業総従業者（大型商業施設を除く）のみの各ゾーンへの配分を考えるものとする。

$$TNJ = TNS + \sum_i NB_i \quad (30)$$

$$NB_i = NA_i + NI_i + NCB_i + NSB_i \quad (31)$$

$TNJ$  : 今期の都市圏総従業者数（外生）

$TNS$  : 今期のサービス産業総従業者数（大型商業施設を除く）

$NB_i$  : 今期のゾーン*i*の基礎的産業従業者数（外生）

$NA_i$  : 今期のゾーン*i*の1次産業従業者数（外生）

$NI_i$  : 今期のゾーン*i*の2次産業従業者数（外生）

$NCB_i$  : 今期のゾーン*i*のサービス産業以外（基礎的産業に含まれる）の3次産業従業者数（外生）

$NSB_i$  : 今期のゾーン*i*の大型商業施設従業者数（外生）

企業の立地選択モデルにおいても、ゾーン*i*への立地魅力度は家計人口と同様に確定的な要素と確率的な要素で構成される。

$$\Pi_i = \pi_i + \varepsilon_i \quad (32)$$

$\pi_i$  : 企業のゾーン*i*への立地による効用

$v_i$  : 確定項（間接効用関数）

$\varepsilon_i$  : 確率項（測定不可能要因）

確率項 $\varepsilon_i$ は観測されない企業固有の要因であり、ランダムであるかのように観測され、ランダム変数が Gumbel 分布に従うと仮定することにより、企業（従業者）がゾーン*i*を選択する確率は以下のロジットモデルで表現される。

$$P_i^s = \frac{\exp(\theta\pi_i)}{\sum_i \exp(\theta\pi_i)} = \frac{\exp(\pi_i[p_Z, \text{ACC}_{ii}, \mathbf{X}\mathbf{T}_i, \mathbf{X}\mathbf{Z}_i, RC_i, G])}{\sum_i \exp(\pi_i[p_Z, \text{ACC}_{ii}, \mathbf{X}\mathbf{T}_i, \mathbf{X}\mathbf{Z}_i, RC_i, G])} \quad (33)$$

$P_i^s$  : 企業（従業者）のゾーン*i*の立地選択比率

$\mathbf{ACC}_{ii}$  : ゾーン*i*の立地主体*l*に対するアクセシビリティ特性ベクトル

$\mathbf{XT}_i$  : ゾーン*i*の交通特性ベクトル (アクセシビリティ以外)

$\mathbf{XZ}_i$  : ゾーン*i*の交通特性以外のゾーン特性ベクトル

$RC_i$  : ゾーン*i*の商業地代

$p_z$  : 合成財価格

$G$  : 私企業に課される一括固定税

$\theta$  : ロジットパラメータ

選択時に考慮する要因として商業床地代を考慮するものとする。また、前期の交通条件から算出されるアクセシビリティ特性については、対人口 (集客性)、対サービス業従業者数 (サービス業の集積選好性) などが候補として考えられる。

本モデルでは企業 (従業者) の (間接) 効用関数を以下のように特定化する。

$$\pi_i = \beta'_1 p_z + \beta'_2 \mathbf{ACC}_{ii} + \beta'_3 \mathbf{XT}_i + \beta'_4 \mathbf{XZ}_i + \beta'_5 RC_i + \beta'_6 G \quad (34)$$

$\beta'_1, \beta'_5, \beta'_6$  : パラメータ

$\beta'_2, \beta'_3, \beta'_4$  : パラメータベクトル

上式の (間接) 効用関数の説明変数の中で合成財の価格、一括固定資産税は各ゾーンで一定と仮定すると、下式のように合成財、一括固定資産税が分母と分子で相殺され、立地選択要因として交通条件、ゾーン土地条件、地代が残る。

$$\begin{aligned} P_i^s &= \frac{\exp(\beta'_1 p_z + \beta'_2 \mathbf{ACC}_{ii} + \beta'_3 \mathbf{XT}_i + \beta'_4 \mathbf{XZ}_i + \beta'_5 RC_i + \beta'_6 G)}{\sum_i \exp(\beta'_1 p_z + \beta'_2 \mathbf{ACC}_{ii} + \beta'_3 \mathbf{XT}_i + \beta'_4 \mathbf{XZ}_i + \beta'_5 RC_i + \beta'_6 G)} \\ &= \frac{\exp(\beta'_1 p_z + \alpha'_6 G) \exp(\beta'_2 \mathbf{ACC}_{ii} + \beta'_3 \mathbf{XT}_i + \beta'_4 \mathbf{XZ}_i + \beta'_5 RC_i)}{\exp(\beta'_1 p_z + \alpha'_6 G) \sum_i \exp(\beta'_2 \mathbf{ACC}_{ii} + \beta'_3 \mathbf{XT}_i + \beta'_4 \mathbf{XZ}_i + \beta'_5 RC_i)} \\ &= \frac{\exp(\beta_1 \mathbf{ACC}_{ii} + \beta_2 \mathbf{XT}_i + \beta_3 \mathbf{XZ}_i + \beta_4 RC_i)}{\sum_i \exp(\beta_1 \mathbf{ACC}_{ii} + \beta_2 \mathbf{XT}_i + \beta_3 \mathbf{XZ}_i + \beta_4 RC_i)} \end{aligned} \quad (35)$$

$\beta_1, \beta_2, \beta_3$  : パラメータベクトル、 $\beta_4$  : パラメータ

ここで、 $RC_i < FR_{ci}^{\min}$  のとき  $RC_i = FR_{ci}^{\min}$

$FR_{ci}^{\min}$  : ゾーン*i*における商業床地代下限

今期の各ゾーンへのサービス産業人口は、サービス産業総従業者数に立地選択確率を適用して下記のように算出される。

$$NS_i = TNS \cdot P_i^s \quad (36)$$

$NS_i$  : ゾーン*i*の今期サービス産業従業者数

今期の各ゾーンの商業 (3 次産業) 従業者数は、これらのサービス産業従業者分布に、外生的に与えられているサービス産業以外の 3 次産業従業者数を加え、下記のように算出される。

$$NC_i = NS_i + NCB_i \quad (37)$$

$NC_i$  : ゾーン*i*の今期商業従業者数

床地代は下記のように、各ゾーンにおける供給床面積と商業従業者数より算出される。算出された床地代を式(23)に適用し、床地代と立地者数が収束するまで調整を行うものとする。

$$RC_i = \max(\omega^C \exp(-\varpi^C q_i^C), FR_{ci}^{\min}) \quad (38)$$

$$\text{ここで、} RC_i > FR_{ci}^{\min} \text{ のとき } q_i^C = \frac{FLS_i^C}{NC_i}、RC_i = FR_{ci}^{\min} \text{ のとき } q_i^C = -\frac{1}{\varpi^C} \cdot \ln\left(\frac{FR_{ci}^{\min}}{\omega^C}\right)$$

$NC_i$  : ゾーン*i*の商業従業者数

$RC_i$  : ゾーン*i*の商業床地代

$q_i^C$  : ゾーン*i*の1企業（従業者）当たり土地消費面積（内生）

$FLS_i^C$  : ゾーン*i*の商業床供給面積

$FR_{ci}^{\min}$  : ゾーン*i*における商業床地代下限

$\omega^C, \varpi^C$  : パラメータ

### 2-3-10 地代モデル

各期末に立地分布結果を考慮した地代関数により地代を設定する。本モデルでは、立地者の土地需要量と地主の土地供給量が地代を介して調整される方法は採用せず、市場の地代構造を次式のように1主体当たりの消費面積を説明変数として決定される構造とした。これによって、地代と土地需給関係の構造変化が内生的に考慮されたモデルとなる。

$$R_{gi} = \omega_g \exp(-\varpi_g q_{gi} + c) \quad (39)$$

$$q_{gi} = \frac{L_{gi}}{N_{gi}} \quad (40)$$

$R_{gi}$  : *i*ゾーンの用途*g*の地代（住宅地、商業地）

$q_{gi}$  : *i*ゾーンの用途*g*の1人当たり土地消費面積（土地需要量）

$L_{gi}$  : *i*ゾーンの用途*g*への土地供給面積（土地供給量）

$N_{gi} = \{NH_i, NC_i\}$  : *i*ゾーンの用途*g*の立地量（世帯数、商業従業者数）

$\omega_g, \varpi_g, c$  : パラメータ



## 2-4 交通モデルの設計の詳細

### 2-4-1 生成、発生・集中交通量モデル

生成交通量は対象地域に居住する人による総交通量（都市圏内々交通＋都市圏内外交通）を予測するものであり、一般的には以下のように生成原単位法を用いて目的（通勤、通学、私事、業務、帰宅等）別に推定される。対象都市圏全体の属性カテゴリー（就業・就学状況、就業産業部門、免許保有状況等により設定）別の人口については、閉鎖都市を仮定しているため外生的に与えられる。

$$T_m = \sum_l \alpha_{ml} X_l \quad (41)$$

$T_m$  : 目的  $m$  の生成交通量、

$X_l$  : 属性カテゴリー  $l$  の人口

$\alpha_{ml}$  : 属性カテゴリー  $l$  における目的  $m$  の生成原単位

各ゾーンのトリップ発生集中交通量は、基本的には、人口、従業者数等を用いて目的別に線形重回帰モデルにより推計する。ゾーン別の人口、産業別従業者数については、土地利用モデルの出力結果を用いる。

$$GT_{im} = \alpha_{m0} + \sum_l \alpha_{ml} X_{li}, AT_{jm} = \beta_{m0} + \sum_l \beta_{ml} Y_{li} \quad (42)$$

$GT_{im}$  :  $m$  目的におけるゾーン  $i$  の発生交通量

$AT_{jm}$  :  $m$  目的におけるゾーン  $j$  の集中交通量

$X_{li}$  : ゾーン  $i$  の属性カテゴリー  $l$ （就業状況、就業産業部門等により設定）別人口

$Y_{li}$  : ゾーン  $i$  の属性カテゴリー  $l$ （産業部門等により設定）別従業者数

$\alpha_{m0}, \alpha_{ml}, \beta_{m0}, \beta_{ml}$  : パラメータ

### 2-4-2 分布交通量モデル

分布交通量予測モデルは実際の OD トリップを推計するモデルである。分布交通量予測モデルには現在パターン法、グラビティモデル法、確率モデル法等の種々のモデルが存在する。一般的に用いられることが多いグラビティモデル法による分布交通量の算出式を以下に示す。

$$Q_{ijm} = \gamma_m \cdot GT_{im}^{\alpha_m} \cdot AT_{jm}^{\beta_m} \cdot f(c_{ij}) \quad (43)$$

$Q_{ijm}$  : ゾーン  $ij$  間の  $m$  目的の OD 交通量

$GT_{im}$  :  $i$  ゾーンからの  $m$  目的の発生交通量

$AT_{jm}$  :  $j$  ゾーンへの  $m$  目的の集中交通量

$c_{ij}$  : ゾーン  $ij$  間の所要時間または一般化交通費用

$\gamma_m, \alpha_m, \beta_m$  : パラメータ

$f(c_{ij})$  はゾーン  $ij$  間の空間的隔たりを表す関数であり、一般的には以下のべき乗型、指数型、ターナー型などが用いられる。

$$\cdot \text{べき乗型} \quad f(c_{ij}) = c_{ij}^{-\lambda} \quad (44)$$

$$\cdot \text{指数型} \quad f(c_{ij}) = \exp(-\lambda c_{ij}) \quad (45)$$

$$\cdot \text{ターナー型} \quad f(c_{ij}) = c_{ij}^{\theta} \exp(-\lambda c_{ij}) \quad (46)$$

$c_{ij}$  : ゾーン  $ij$  間の所要時間または一般化交通費用

$\lambda, \theta$  : パラメータ

$c_{ij}$  はゾーン  $ij$  間の所要時間または一般化交通費用であるが、配分交通量予測モデルの時間距離等のフィードバックを行わない場合は現況所要時間または一般化交通費用を現況交通機関別交通量で加重平均した値などが用いられ、フィードバックを行う場合は配分交通量の推定結果で加重平均された値などが用いられる。

## 2-4-3 分担交通量モデル

### 1) モデルの概要

交通手段別交通量予測モデルは、分布交通量予測モデルで推計された目的別全手段 OD 表を各交通機関に分担させ、交通機関別 OD 交通量を予測するモデルである。交通手段別交通量予測モデルにおける代表交通手段の区分例を下表に示す。

表 2 代表交通手段の区分例

モデル分類	徒歩・二輪	乗用車	バス	鉄軌道
交通手段	徒歩、自転車、バイク	軽乗用車、乗用車	バス	新交通、モノレール、地下鉄、私鉄、JR

### 2) ゾーン内々分担

ゾーン内々分担においては、次段階の交通量配分においてゾーン内々の所要時間の算出が困難なこと、内々分担の要因の特定が困難なこと、そして、インフラ整備等による分担率の変化有無等を考慮して、現況の分担率をそのまま用いるのが一般的である。

### 3) ゾーン間分担

ゾーン間分担は、各交通手段のサービス水準（所要時間や費用）を説明変数とする集計型ロジットモデルによってモデル化される場合が多い。交通機関の選択構造の仮定により、順次 2 段階に分割するバイナリーチョイス法、一度に交通手段別交通量推計するマルチチョイス法、これらを混合する手法がある。それぞれの方式による選択構造の仮定例を図 5 に示す。

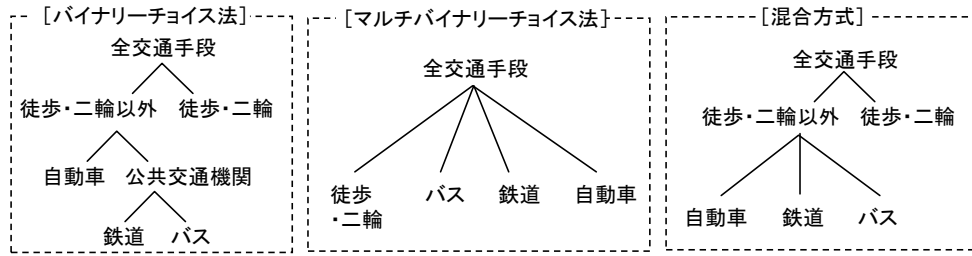


図5 分担交通量モデルにおける選択構造の仮定例

モデルでは各段階に応じて分担率を算定し、順次交通量を分担していく。バイナリーチョイス法、およびマルチチョイス法による各交通手段の分担率は、それぞれ以下のように定式化される。

[バイナリーチョイス法]

$$P_{ij}^1 = \frac{\exp(V_{ij}^1)}{\exp(V_{ij}^1) + \exp(V_{ij}^2)} \quad (47)$$

$$P_{ij}^2 = 1 - P_{ij}^1 \quad (48)$$

$$V_{ij}^1 = \alpha t_{ij}^1 + \sum_h \beta_h^1 TX_{ijh}^1 + c \quad (49)$$

$$V_{ij}^2 = \alpha t_{ij}^2 + \sum_h \beta_h^2 TX_{ijh}^2 \quad (50)$$

$P_{ij}^1, P_{ij}^2$  : ゾーン  $ij$  間における交通手段 1、2 の分担率 (選択確率)

$V_{ij}^1, V_{ij}^2$  : ゾーン  $ij$  間における交通手段 1、2 の効用

$t_{ij}^1, t_{ij}^2$  : ゾーン  $ij$  間における交通手段 1、2 の所要時間

$TX_{ijh}^1, TX_{ijh}^2$  : ゾーン  $ij$  間における所要時間以外の交通手段 1、2 の選択要因  $h$  (料金、アクセス・イグレス時間・距離、駅密度等) に関する説明変数

$\alpha, \beta_h^1, \beta_h^2, c$  : パラメータ

[マルチチョイス法]

$$P_{ij}^k = \frac{\exp(V_{ij}^k)}{\sum_{k'} \exp(V_{ij}^{k'})} \quad (51)$$

$$V_{ij}^k = \alpha t_{ij}^k + \sum_h \beta_h^k TX_{ijh}^k + c^k \quad (52)$$

$P_{ij}^k$  : ゾーン  $ij$  間における交通手段  $k (\in k')$  の分担率 (選択確率)

$V_{ij}^k$  : ゾーン  $ij$  間における交通手段  $k$  の効用

$t_{ij}^k$  : ゾーン  $ij$  間における交通手段  $k$  の所要時間

$TX_{ijh}^k$  : ゾーン  $ij$  間における交通手段  $k$  の選択要因  $h$

(料金、アクセス・イグレス時間・距離、駅密度等) に関する説明変数

$\alpha, \beta_h^k, c^k$  : パラメータ

#### 2-4-4 配分交通量モデル

配分交通量予測モデルでは、鉄道、バス、自動車などの交通機関別に OD 交通量をネットワークに割り当てる。

自動車交通量の配分手法としては、**QV** 式を用いた分割配分法、利用者均衡配分法などが用いられる。利用者均衡配分は『どの利用者も自分が経路を変更することによって、自分の経路費用を減少させることができない状態』という定常状態を表現したものであり、**Wardrop** 均衡の概念を一般的に拡張したものであるが、近年の総合交通体系調査においてはその利用が進んでいる。

鉄道、バスについては、各都市圏の公共交通機関の計画課題に対応した工夫を行った上で配分計算が行うが、鉄道経路選択モデルやバス運行システムを考慮した最短経路への割り付けによる手法などが主に用いられる。

## 2-5 利用データ

各サブモデルにおいて利用するデータおよびパラメータの入手・設定方法は以下の通りである。

### 1) アクセシビリティモデル

- ・年齢別人口分布

住民基本台帳からの集計値、または国勢調査小地域統計を利用する。ゾーン別年齢階層別に集計を行う。

- ・タイプ別世帯数分布

住民基本台帳からの集計値、および国勢調査小地域統計を利用する。国勢調査の世帯タイプ区分は限定的であるため、これらの区分と異なる場合は住宅タイプ設定を行う場合は、IPF法、モンテカルロサンプリング法等を用いて推計する必要がある。その際、アンケート調査等による個別世帯サンプルを援用することで推計の精度を向上することができる。

- ・産業別従業者分布

事業所・企業統計調査の町丁集計値の利用が可能。設定する産業区分に応じて産業部門ごとに集計を行う。

### 2) 土地供給モデル

- ・用途別地代

地価公示、または地価調査等の地価ポイントデータ、路線価データ等の利用が可能。

都市の郊外ほど地価ポイント密度が低くなるため、設定ゾーン内に地価ポイントが存在しない場合は、補完や推計を行う必要がある。

- ・可住地面積、用途別土地面積

都市計画基礎調査の用途別敷地面積を利用。

- ・土地供給パラメータ

用途別地代、用途指定ダミー、および用途別土地面積よりモデル式に対応したパラメータを推定し、設定する。

### 3) 床供給モデル

- ・指定容積率、建坪率、用途指定ダミー

都市計画基礎調査における用途指定より設定。ゾーン代表の指定容積率、建坪率、用途指定ダミーを設定するほか、細目ゾーンでのデータが入手可能な場合には用途指定別の面積で重みをつけて、ゾーン加重平均値として指定容積率、建坪率等を設定。

- ・用途別床面積

都市計画基礎調査の用途別床面積を集計して設定。

- ・床供給パラメータ

用途別床面積、用途別土地面積、建坪率よりパラメータを推定して設定。

#### 4) 世帯属性遷移モデル

- ・世帯属性遷移確率

アンケート等によって得られた世帯構成員の情報を含む世帯サンプルに、個人へのイベント（加齢、死亡、出生、結婚、離家等）発生確率を適用してモンテカルロ法によるシミュレーションを行い、確率が収束するまで試行を繰り返して、パラメータとして設定。

#### 5) 住み替え率設定モデル

- ・世帯タイプ別留保率

アンケート調査等によって入手した一定期間内（シミュレーション年次間隔）の住み替え世帯よりパラメータ推計結果より設定

#### 6) 立地選択対象世帯数

- ・年齢別総人口

国勢調査及び国立社会保障人口問題研究所「将来人口推計」より設定

- ・人口変換係数

世帯サンプルより、各世帯タイプを構成する年齢階層別の人口原単位を算出し、パラメータとして設定。

#### 7) 家計立地選択モデル

- ・家計立地選択パラメータ

アンケート調査等より一定期間内（シミュレーション年次間隔）の住み替え世帯データを抽出し、現在の居住地より、非集計サンプルに対するゾーン選択結果およびその要因をパラメータとして推計。

#### 8) 人口変換モデル

- ・年齢別人口分布

国勢調査より設定。

#### 9) 企業立地選択モデル

- ・部門別従業者数

事業所・企業統計調査の町丁集計値を利用

- ・企業立地選択パラメータ

各ゾーンへの商業従業者数パラメータ推計結果より集計サンプルに対するゾーン選択結果およびその要因をパラメータとして推計して設定。

#### 10) 地代モデル

- ・地代パラメータ

各ゾーンの立地者数および土地面積より、パラメータを推計して設定。

#### 11) 生成・発生・集中モデル

- ・生成原単位

パーソントリップ調査の個人サンプルにおける、トリップ発生状況から設定。

#### 12) 分布モデル

- ・目的別分布交通量

パーソントリップ調査における目的別ODデータを利用

- ・モデルパラメータ

パーソントリップ調査による目的別分布交通量、ゾーン間時間距離データ等を利用。

#### 13) 分担モデル

- ・交通手段分担率

パーソントリップ調査における手段別ODデータを利用。

- ・機関分担モデルパラメータ

パーソントリップ調査による手段別OD交通量、ゾーン間時間距離・料金データ等を利用を設定して推定。

#### 14) 配分モデル

- ・道路ネットワーク

DRM（デジタル道路地図）等を使用して作成。

- ・公共交通ネットワーク、料金等

路線図、料金表等から作成。

## 2-6 パラメータ推定方法

各サブモデルのパラメータの推定方法を以下に示す。パラメータ推定は、特定年次を基準としたデータベースを用いて実施する。

### 1) 土地供給モデル

土地供給モデルの用途指定ダミー変数、および前期用途別地代に対するロジットモデルパラメータは、各ゾーンをサンプルとする最尤推定により推定する。用途別土地供給割合は、可住地面積と用途別土地面積より設定する。

用途別地代については、地価公示データの住宅地価および商業地価を用いる。可住地面積、用途別土地面積、および用途指定については、都市計画基礎調査データを用いる。

### 2) 床供給モデル

床供給モデルの用途指定ダミー変数、および前期用途別地代に対するロジットモデルパラメータは、各ゾーンをサンプルとする最尤推定により推定する。指定容積利用率は、用途別土地面積と建坪率・指定容積率より用途別床容量を算出し、用途別床容量に対する用途別床面積より設定する。

用途別地代については、地価公示データの住宅地価および商業地価を用いる。用途別土地面積、建坪率、指定容積率、および用途指定については、都市計画基礎調査データを用いる。

### 3) 世帯属性遷移モデル

世帯属性遷移モデルにおける、属性遷移、新規発生、消滅に関する確率のパラメータは、世帯構成員の情報を含む非集計世帯サンプルを用いたマイクロシミュレーションにより推定する。非集計世帯サンプルの各世帯構成員に年齢階層別出生率・死亡率・婚姻率等を適用して5年後の世帯タイプをマイクロシミュレーションにより決定し、遷移確率が収束するまで繰り返し試行する。

非集計世帯・世帯構成員サンプルについては、パーソントリップ調査の世帯票等より作成する。出生率・死亡率・婚姻率等については、保健統計年報等の統計値を用いる。

### 4) 住み替え率設定モデル

住み替え率設定モデルにおける、世帯タイプ別の留保率は、非集計世帯サンプルを用いて設定する。非集計世帯サンプルの前居住地、居住期間を集計し、5年間の留保率を世帯タイプ別に設定する。

非集計世帯サンプルについては、アンケート調査結果を用いる。



## 5) 立地選択対象世帯数・人口変換モデル

立地選択対象世帯数・人口変換モデルの人口変換係数は、世帯構成員の情報を含む非集計世帯サンプルを用いて設定する。非集計世帯サンプルに属する世帯構成員の年齢と所属する世帯のタイプより、各世帯タイプの年齢階層別人口に対する変換係数を設定する。

非集計世帯・世帯構成員サンプルについては、パーソントリップ調査の世帯票等より作成した。

## 6) 家計立地選択モデル

家計立地選択モデルに関するパラメータのうち、床地代関数の床地代上限パラメータはデータより外生的に設定する。また、1世帯当たり床消費面積に対するパラメータは、用途別床面積、用途別立地量より1世帯当たりの床消費面積を設定して推定する。効用関数におけるゾーン交通・土地利用属性（アクセシビリティ等）に対するパラメータは、非集計世帯サンプルを用いて推定する。非集計世帯サンプルの前居住地、居住期間より5年間の住み替え世帯サンプルを抽出し、抽出サンプルのゾーン選択確率を設定して推定する。

各ゾーンのアクセシビリティは、アクセシビリティモデルに交通モデルによる現況ゾーン間所要時間を入力して作成する。各ゾーンの交通特性は、交通モデル、または交通施設データより作成する。交通以外のゾーン特性は、都市計画基礎調査データや都市計画図等より作成する。住宅床供給量については都市計画基礎調査データを用いる。住宅床地代については、地価公示データの住宅地価に都市計画基礎調査の住宅床面積・住宅床面積から算出した実容積率を考慮して設定する。世帯タイプ別床消費量については、都市計画基礎調査の住宅床面積と国勢調査のタイプ別世帯数より設定する。タイプ別世帯立地選択確率については、アンケート調査結果を用いる。

## 7) 企業立地選択モデル

企業立地選択モデルに関するパラメータのうち、床地代関数の床地代上限パラメータはデータより外生的に設定する。また、1従業者当たり床消費面積に対するパラメータは、用途別床面積、用途別立地量より1従業者当たりの床消費面積を設定して推定する。効用関数におけるゾーン交通・土地利用属性（アクセシビリティ等）に対するパラメータは、商業従業者分布より立地ゾーン選択確率を設定して推定する。

各ゾーンのアクセシビリティは、アクセシビリティモデルに交通モデルによる現況ゾーン間所要時間を入力して作成する。各ゾーンの交通特性は、交通モデル、または交通施設データより作成する。交通以外のゾーン特性は、都市計画基礎調査データや都市計画図等より作成する。商業床供給量については都市計画基礎調査データを用い

る。商業床地代については、地価公示データの商業地価に都市計画基礎調査の商業地面積・商業床面積から算出した実容積率を考慮して設定する。1 従業者当たり床消費量については、都市計画基礎調査の商業床面積と事業所統計の商業従業者数より設定する。立地ゾーン選択確率については、事業所統計の商業従業者分布より作成する。

## 8) 地代モデル

地代に関するパラメータのうち、地代上限パラメータはデータより外生的に設定する。また、1 主体当たり土地消費面積のパラメータは、用途別土地面積、用途別立地量より1 主体当たり土地消費面積を設定して推定する。

用途別土地面積については都市計画基礎調査データを用いる。用途別立地量のうち世帯数については国勢調査データ、従業者数については事業所統計データをそれぞれ用いる。用途別地代については、地価公示データの住宅地価および商業地価を用いる。

## 9) 生成・発生・集中モデル

生成・発生・集中モデルの生成原単位は、個人サンプルにおけるトリップ発生状況から設定する。パーソントリップ調査の生成および発生集中交通量に対して、属性別人口、産業別従業者数に対する原単位を設定する。

属性別人口については国勢調査データ、産業別別従業者数については事業所統計データをそれぞれ用いる。目的別生成交通量、目的別発生交通量、および目的別集中交通量については、道央都市圏パーソントリップ調査の結果を用いる。

## 10) 分布モデル

分布モデルのパラメータは、発生集中交通量、OD交通量、現況ゾーン間所要時間より推定する。

目的別発生交通量、目的別集中交通量、および目的別OD交通量については、道央都市圏パーソントリップ調査の結果を用いる。ゾーン間所要時間については配分モデルより作成する。

## 11) 分担モデル

分担モデルのパラメータは、手段別OD交通量より作成した交通手段分担率に対して、手段別現況ゾーン間所要時間、料金データ等の交通手段選択要因を考慮して推定する。

目的別OD交通量および手段別OD交通量については、パーソントリップ調査の結果を用いる。手段別ゾーン間所要時間については配分モデルより作成する。その他の交通手段選択要因については、交通施設データ等より作成する。

## 1 2) 配分モデル

配分モデルのパラメータのうち、自動車については道路種別・構造ごとに各パラメータを設定する。徒歩、バス・市電、および鉄道については、徒歩速度や走行速度等を考慮して任意に設定する。

### 3. ゾーンサイズ調整モジュール

#### 3-1 ゾーンサイズ調整モジュールの概要と構成

##### 3-1-1 ゾーンサイズ調整モジュールの必要性

土地利用に関する施策の入力、土地利用の分析、交通の分析等に関する全てのゾーンを内包するようなゾーンサイズとすることは、都市構造の大まかな傾向を予測するには、安定的な方法であるといえるが、図6のように、特に地方都市においてはPT小ゾーンと都市計画基礎調査等ゾーンとは大きく異なる場合があり、このことから施策設定における制約（即地的な土地利用施策が導入しづらい）や感度が十分でないことが課題であった。

ゾーンサイズ調整機能は、更なる実用性を考えた場合、設定するゾーンサイズよりも詳細な都市施策（例えば、都心居住施策や線引き等の土地利用関連施策等を想定）を適用する場合等にも対応できるように、土地利用に関するゾーンサイズと交通に関するゾーンサイズが異なる場合を取り扱える仕組みを導入したものである。

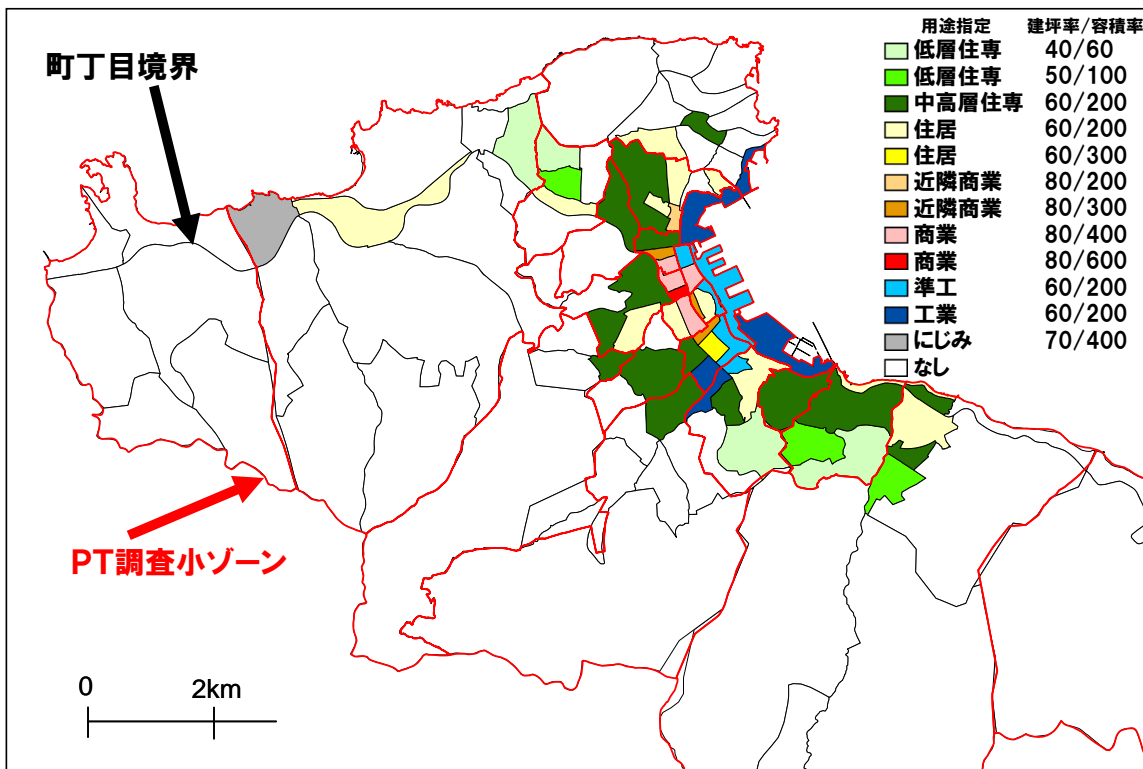


図6 地方都市におけるゾーンサイズの例

### 3-1-2 ゾーンサイズ調整のケース分類と一般化

将来都市構造予測モデルにおけるゾーンとしては、分析のためのゾーン形状として、土地利用施策ゾーン、土地利用分析ゾーン、交通分析ゾーンという 3 種類のゾーン形状と、1 種類の交通ネットワークを任意に設定できるようになった。土地利用ゾーンについては、施策設定や結果出力のためのゾーンが比較的小さい場合、そのゾーン設定ではキャリブレーションや計算実行の視点においてモデル分析が困難となる場合があるため、土地利用施策ゾーン、土地利用分析ゾーンの 2 種のゾーン形状を設定している。交通施策は交通ネットワークに対して入力されるものであり、OD 間の交通量や時間距離が規定される交通分析ゾーンのみを対象としている。これらはモデルの仕様上必要となる観点であるが、同時にモデルの複雑化を意味している。そこで、将来都市構造予測モデルで用いるゾーンを整理すると、必要となるゾーンサイズ調整機能は図 7 および以下に示す 7 ケースになる。

#### ◆モデルへの施策入力時に発生する処理（複数年次を一括処理）

- (1)土地利用施策ゾーンから土地利用推計ゾーンへの変換→用途指定、容積率、可住地面積等の土地利用施策に関するデータや設定を、土地利用モデルの分析単位に変換する。
- (2)土地利用施策ゾーンから交通推計ゾーンへの変換 →用途地域面積、就学者分布を、交通モデルの分析単位に変換する。

#### ◆モデルでのシミュレーション実行時に年次ごとに繰り返し発生する処理

- (3)交通ネットワークから土地利用推計ゾーンへの変換→交通モデルにおけるゾーン間所要時間を、土地利用モデルの分析単位に変換する。
- (4)土地利用推計ゾーンから交通推計ゾーンへの変換 →人口、従業者数に関する立地量データを、交通モデルの分析単位に変換する。

#### ◆結果出力時に発生する処理（複数年次を一括処理）

- (5)土地利用推計ゾーンから土地利用施策ゾーンへの変換→世帯数、人口、従業者数、面積、地代等の土地利用モデルによる分析結果を、土地利用施策ゾーン単位の出力へ変換する。
- (6)交通推計ゾーンから土地利用施策ゾーンへの変換 →交通モデルによる OD 交通量の分析結果を、土地利用施策ゾーン単位の出力へ変換する。
- (7)交通ネットワークから土地利用施策ゾーンへの変換→交通モデルにおけるゾーン間所要時間を、土地利用施策ゾーン単位の出力へ変換する。

以上を踏まえて、将来都市構造予測モデルの土地利用と交通のそれぞれのモデルの入出力に対応するゾーンサイズ調整ケースが位置づけられる。ゾーンサイズ調整機能とそれぞれの機能の役割を表 3 に示す。

ネットワークとの処理である(7)以外のケースにおいては、異種のゾーンサイズ間での空間的な包含関係が保証されることは希であることから、こうした状況にも対応できる

ように、各ゾーンの空間的差分をとった中間ゾーンを設定することにより、図 8 に示すように各ケースの一般化を図る。さらに、対象データの種別（集計値、特性値、固有値）によりゾーン変換時に必要とされる分割・統合処理が異なることから、特に分配処理における分配係数の検討を行う。これらの検討を通じて、各調整ケースに対応した機能を持つゾーンサイズ調整モジュールを将来都市構造予測モデルの機能として作成・実装している。

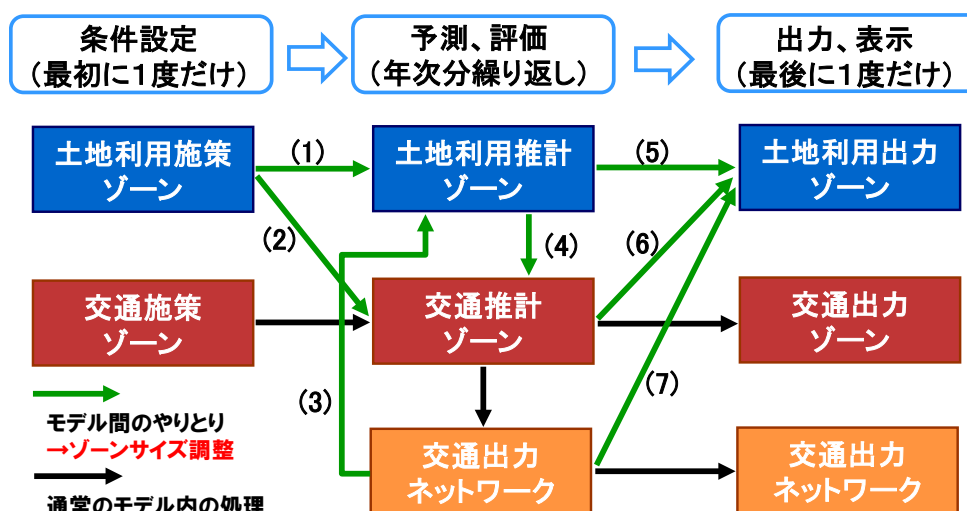


図 7 ゾーンサイズ調整機能の整理

表 3 ゾーンサイズ調整機能と役割

A. モデルへの施策入力時に発生する処理(複数年次を一括処理)	
(1) 土地利用施策ゾーンから土地利用推計ゾーンへの変換	用途指定、容積率、宅地面積等の土地利用施策に関するデータや設定を、土地利用モデルの分析単位に変換
(2) 土地利用施策ゾーンから交通推計ゾーンへの変換	用途地域面積、就学者分布を、交通モデルの分析単位に変換
B. モデルでのシミュレーション実行時に年次ごとに繰り返し発生する処理	
(3) 交通ネットワークから土地利用推計ゾーンへの変換	交通モデルにおけるゾーン間所要時間を、土地利用モデルの分析単位に変換
(4) 土地利用推計ゾーンから交通推計ゾーンへの変換	人口、従業者数に関する立地量データを、交通モデルの分析単位に変換
C. 結果の出力、指標・コスト算出時に発生する処理(複数年次を一括処理)	
(5) 土地利用推計ゾーンから土地利用出力ゾーンへの変換	世帯数、人口、従業者数、面積、地代等の土地利用モデルによる分析結果を、土地利用出力ゾーン単位の出力へ変換
(6) 交通推計ゾーンから土地利用出力ゾーンへの変換	交通モデルによるOD交通量の分析結果を、土地利用施策ゾーン単位の出力へ変換
(7) 交通ネットワークから土地利用出力ゾーンへの変換	交通モデルにおけるゾーン間所要時間を、土地利用施策ゾーン単位の出力へ変換

一般的にゾーンサイズは、  
 土地利用施策ゾーン<土地利用推計ゾーン<交通推計ゾーン  
 となるが、現実の都市圏データのゾーン形状においては、特にゾーンの外縁  
 部で、相対的に小さいゾーンが、大きいゾーンの部分集合とならないケース  
 が多く、単純な集計、分割等のみでは処理できない。

ゾーンの重ね合わせにより分割された「中間ゾーン」を定義することにより、す  
 べてのゾーンサイズ調整ケースは《分割》→《統合》の2つの処理による機能  
 として一般化することが可能

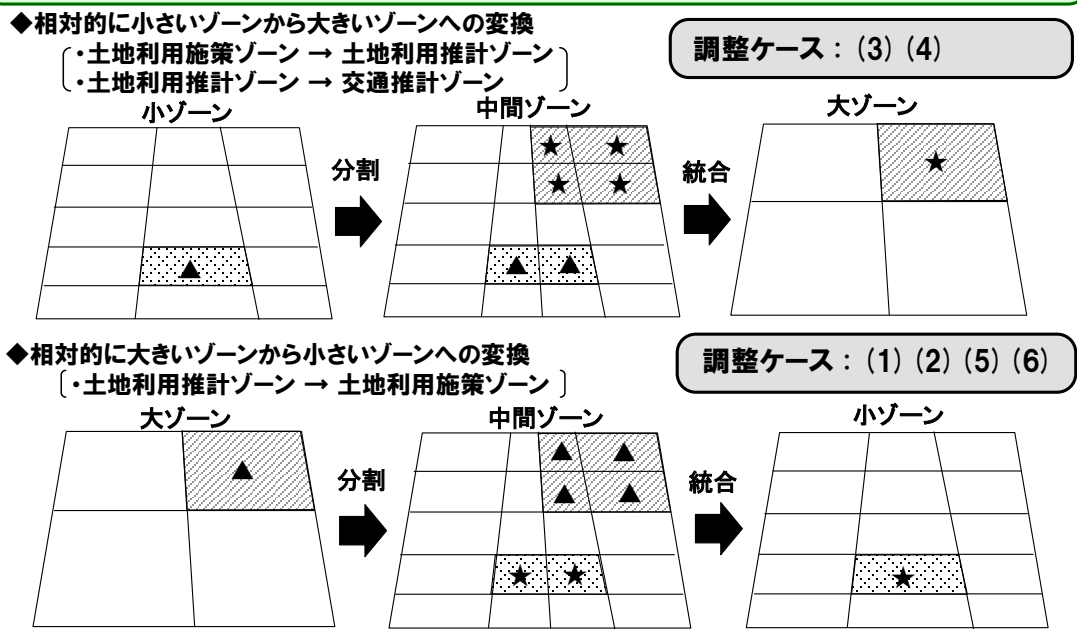


図8 ゾーンサイズ調整における中間ゾーンの導入

## 3-2 ゾーンサイズ調整モジュールの設計の詳細

### 3-2-1 変換対象データと処理機能

対象データはその種別（集計値、特性値、固有値）によりゾーン変換時に必要とされる分割・統合処理が異なる。

交通→土地利用推計ゾーン変換についてはネットワークからゾーンデータの作成であるため、一般化されたゾーンサイズ変換処理とは別の処理機能（ネットワーク上での経路探索）を考える。

将来都市構造予測モデルで取り扱われるデータのうち対象データとなりうるものに関する処理機能は、表 4～6 のように整理される。

表 4 各変換ケースにおける変換対象データと変換手法（1）

・処理(1)：土地利用施策ゾーン→土地利用推計ゾーン

対象データ ファイル	調整対象データ	ゾーン 分割	ゾーン 統合	処理 タイプ	配分指標
ゾーン土地 条件設定	宅地面積	配分	集計	1	宅地面積
	工業地面積				宅地面積 ×工業配分比率
ゾーン 条件 設定	バス停数	配分	集計	1	宅地面積
	指定容積率 建坪率 建物年齢 最寄駅距離 バス平均便数 バス停密度 バスサービス バス最大便数	同一値	重み付き 平均	2	宅地面積
	用途指定ダミー	同一値	代表値	3	宅地面積

・処理(2)：土地利用施策ゾーン→交通推計ゾーン

対象データ ファイル	調整対象データ	ゾーン 分割	ゾーン 統合	処理 タイプ	配分指標
ゾーン土地 条件設定	宅地面積	配分	集計	1	宅地面積
	工業地面積				宅地面積× 工業配分比率
就学者分布	15歳未満児童生徒学 生数	配分	集計	1	小中学校 位置ダミー
	15歳以上児童生徒学 生数				高校大学 位置ダミー



表5 各変換ケースにおける変換対象データと変換手法（2）

・処理(3)：交通ネットワーク→土地利用推計ゾーン

対象データ ファイル	調整対象データ	ゾーン 分割	ゾーン 統合	処理 タイプ	配分指標
配分交通量 (自動車)	所要時間 (自動車)	経路探索		5	—
配分交通量 (バス市電)	所要時間 (公共交通)	経路探索		5	—
配分交通量 (鉄軌道)					

・処理(4)：土地利用推計ゾーン→交通推計ゾーン

対象データ ファイル	調整対象データ	ゾーン 分割	ゾーン 統合	処理 タイプ	配分指標
年齢階層別 人口分布	年齢階層別人口	配分	集計	1	宅地面積 ×住宅配分比率
産業別 従業者分布	1次従業者	配分	集計	1	宅地面積
	2次従業者				宅地面積 ×工業配分比率
	3次従業者（小売・ サービス業以外）				宅地面積 ×商業配分比率
	3次従業者（小売・ サービス業） 3次従業者（計）				

表 6 各変換ケースにおける変換対象データと変換手法（3）

・処理(5)：土地利用推計ゾーン→土地利用施策ゾーン

対象データ ファイル	調整対象データ	ゾーン 分割	ゾーン 統合	処理 タイプ	配分指標
用途別土地面積	住宅地面積	配分	集計	1	宅地面積×住宅配分比率
	商業地面積				宅地面積×商業配分比率
用途別床面積	住宅床面積	配分	集計	1	宅地面積×住宅配分比率
	商業床面積				宅地面積×商業配分比率
タイプ別世帯数分布	タイプ別世帯数	配分	集計	1	宅地面積×住宅配分比率
住宅床地代	住宅床地代	同一値	重み付き平均	2	宅地面積×住宅配分比率
住宅床面積	1世帯あたり床消費面積	同一値	重み付き平均	2	宅地面積×住宅配分比率
	住宅床地代 住宅空き床面積	配分	集計	1	宅地面積×住宅配分比率
年齢階層別人口分布	年齢別人口	配分	集計	1	宅地面積×商業配分比率
産業別従業者分布	産業別従業者	配分	集計	1	宅地面積×商業配分比率
商業床地代	商業床地代	同一値	重み付き平均	2	宅地面積×商業配分比率
商業床面積	1従業者あたり床消費面積	同一値	重み付き平均	2	宅地面積×商業配分比率
	商業床地代 商業空き床面積	配分	集計	1	宅地面積×商業配分比率
用途別地代	住宅地代	同一値	重み付き平均	2	宅地面積×住宅配分比率
	商業地代				宅地面積×商業配分比率

・処理(6)：交通推計ゾーン→土地利用施策ゾーン

対象データ ファイル	調整対象データ	ゾーン 分割	ゾーン 統合	処理 タイプ	配分指標
目的別手段別 交通量	目的別手段別 OD交通量	配分 (2次元)	集計 (2次元)	4	宅地面積

・処理(7)：交通ネットワーク→土地利用施策ゾーン

対象データ ファイル	調整対象データ	ゾーン 分割	ゾーン 統合	処理 タイプ	配分指標
配分交通量（歩行者）	所要時間（歩行者）	経路探索		5	—
配分交通量（バス市電）	所要時間（バス市電）	経路探索		5	—
配分交通量（鉄軌道）	所要時間（鉄軌道）	経路探索		5	—
配分交通量（自動車）	所要時間（自動車）	経路探索		5	—

### 3-2-2 変換処理タイプの集約

各データに対する処理タイプは以下の5つに集約される。

- 1：配分 → 集計
- 2：同一値 → 重み付き平均
- 3：同一値 → 代表値
- 4：配分（2次元） → 集計（2次元）
- 5：経路探索

ODデータについては2次元の処理となるが、Oゾーン、Dゾーンにそれぞれについて上記の処理機能を適用することで対応可能である。

処理機能はa)～e)の5種類に一般化される。

- a)配分
- b)同一値
- c)集計
- d)重み付き平均
- e)代表値

このうち、a)配分、d)重み付き平均等処理、e)代表値については配分指標を用いた処理を行う。

### 3-2-3 各変換処理機能タイプの概要

a)～e)の各変換処理機能の概要は以下の通りである。

#### a) 配分

- ・集計値に関して、分割元のゾーン値を複数のゾーンに配分する。
- ・指標の比率で重みをつけて各ゾーンの値を算出する。
- ・ロジットモデル等での配分も考えられるが、用いる配分指標に対して別途パラメータ推定が必要となるため実用的手法としては困難である。

#### b) 同一値

- ・特性値、固有値に関して、分割元のゾーン値を複数のゾーンに同一の値として設定する。

#### c) 集計

- ・集計値に関して、複数のゾーンの値の和により統合先のゾーンの値を設定する。

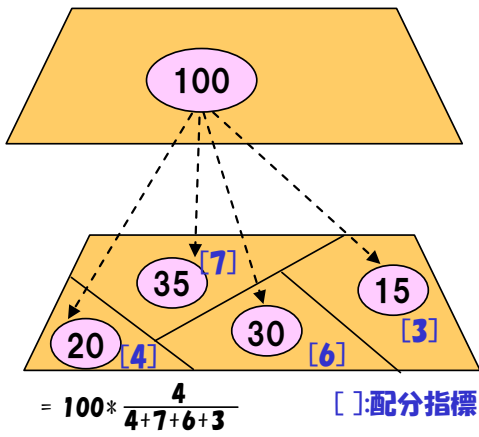
#### d) 重み付き平均

- ・特性値に関して、複数のゾーンの値の配分指標を重みとした重み付き平均により統合先のゾーンの値を設定する。

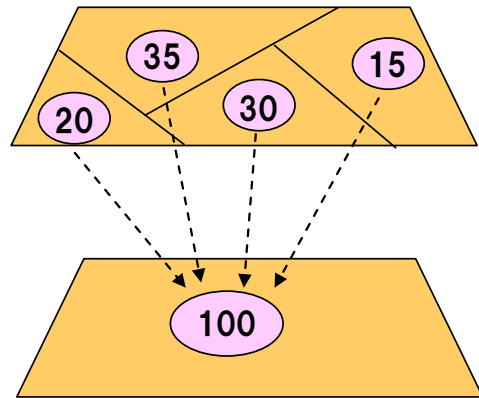
#### e) 代表値

- ・固有値に関して、複数のゾーンの値より、配分指標の和が最大となるものを選定して統合先のゾーンの値を設定する。

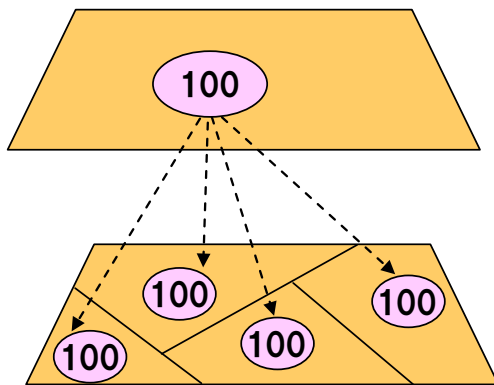
a) 配分



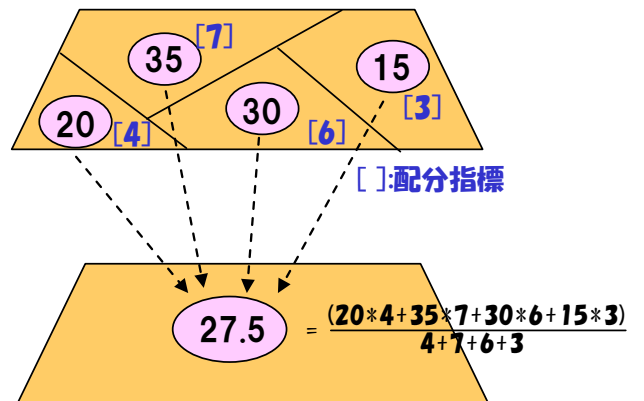
c) 集計



b) 同一値



d) 重み付き平均



e) 代表値

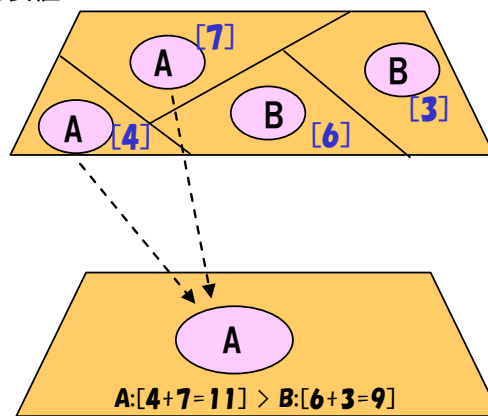


図9 変換処理の概要

### 3-2-4 配分指標の設定

分割処理を行う際には、例えば面積で按分するなどのように、分割値を決めるための基準となるデータが必要である。このデータを本業務では配分指標として定義する。

一般的なデータに対する配分指標としては、宅地面積の他に、データ内容によって宅地面積、商業地面積などを用いることが想定される。しかし、将来都市構造予測モデルにおいて、宅地面積以外は代替案ごとや年次ごとに計算される内生的な値である。

このため、すべての中間ゾーンに外生的に設定することが困難であり、設定した場合、モデル計算結果との不整合が生じる。また、内生的に計算された結果を配分して用いるのであれば、そのための別な指標が必要であり、内生的に計算された結果を宅地で配分するのであれば、配分指標として宅地を用いるのと同じ結果となる。

従って、代替案ごと、年次ごとに外生的に設定される宅地を配分指標の基本として、各中間ゾーンの、住宅／商業／工業の配分比率が外生的に設定されるものとし、宅地面積とこれらの配分比率の積を配分指標とした変換がなされるものとする。

これらに加え、就学者分布を規定する学校位置を表す2つダミー変数（小中学校配置、高校大学配置）を配分指標データとして設定する。

以上を踏まえ配分指標データとしては、①宅地面積、②住宅配分比率、③商業配分比率、④工業配分比率、⑤小中学校配置、⑥高校大学配置とし、変換時に実際に用いられる配分指標は、以下のいずれかとなるように設計する。

- ・ 宅地面積
- ・ 宅地面積×住宅配分比率
- ・ 宅地面積×商業配分比率
- ・ 宅地面積×工業配分比率
- ・ 小中学校配置
- ・ 高校大学配置

## 4. 将来都市構造評価モデル

### 4-1 将来都市構造評価モデルの概要と構成

将来都市構造評価モデルは、前述の将来都市構造予測モデルによって出力される将来人口分布や将来交通状況に関するデータを用いて、施策代替案ごとの将来の都市構造に対する評価を行うための評価指標を算出するものである。

このモデルは、都市構造の評価に関する以下のような指標算出機能を担っている。

- 将来都市像・施策群の代替案のもとらすメリット及びデメリットを比較するための手がかりとなる指標
- 今後の人口減等の諸制約の下でも持続可能な都市を各地方都市のレベルで実現するための指標
- 長期的な視点から実現可能な中での目指すべき将来都市像に近づいていくか否かを把握するための指標

既存研究や、将来都市構造予測モデルからの出力データによる算出可能性を考慮して、表 7 に示すような、暮らし、安全、環境、活力、行政コストに関する指標群を選定し、各指標を算出するための具体的な算定式や計算モジュールを構築しており、利便性を評価する指標に加え、都市構造の効率性や持続可能性の視点から将来の行政コストに関する指標を加えることで、多面的な評価が可能となっている。

表7 都市構造評価モデルにおける指標

通し 番号	分野		指標名	
	大分類	中分類		
1	暮らし:L	住宅:H	居住地属性別居住者数	
2			一人当たり床面積	
3			一人当たり居住費用	
4		交通:T	手段別所要時間	
5			目的別所要時間	
6			交通手段構成比	
7			公共交通利用者数	
8			交通施設アクセス	
9			道路混雑度	
10			交通事故死傷者数	
11			都心等拠点アクセス	
12			高齢者の公共交通アクセス	
13			高齢者の都心等拠点公共交通アクセス	
14		インフラ:I	下水処理サービス人口比率	
15			一人当たり公園・緑地面積	
16		コミュニケーション:C	居住者の属性構成バランス	
17	安全:S	防災:D	帰宅困難者数	
18			消防活動困難地の居住者数等	
19			消防初期対応時間	
20			広幅員道路延長	
21			災害危険区域の居住者数等	
22		医療:M	医療施設アクセス圏人口	
23	高齢者の医療施設公共交通アクセス			
24	環境:E	地球環境:E	CO2排出量（運輸部門）	
25			CO2排出量（民生産業部門）	
26			みどりのCO2固定量・吸収量	
27		大気汚染:A	NOx排出量	
28		自然・森林・生態系:G	緑農地化率	
29		資源・エネルギー:R	燃料消費量（運輸部門）	
30			燃料消費量（民生産業部門）	
31		活力:V	活動分布量:A	従業者数
32			産業活動:I	トリップ平均所要時間
33				中心市街地来街者数
34	主要観光施設間アクセス			
35	経済効果:E		地代合計	
36	行政サービスコスト:C	施設:F	道路	
37		サービス:S	訪問介護	
38			公共交通	
39			小・中学校	

## 4-2 評価指標の考え方

これまでも、都市構造に対する評価手法といわれるものは様々な研究等の蓄積がなされてきているが、都市マスタープラン等に代表される都市の将来計画においてはこのような指標やその数値はほとんど示されていないのも現実である。そのため、地方公共団体でのアセスメントにおいて共通的に利用できるような評価指標群を整理し、これらを算出するためのモジュールの開発を行うことにした。

まず、既往の取組や諸計画、関連研究等での指標を参考に、評価指標の候補を抽出し、人口減少期にある地方都市の将来都市構造案を比較・評価する上での活用可能性について、将来都市構造の予測結果を基にする『予測型のアセスメント』と、都市構造を政策決定（設定）値として宣言する『宣言型のアセスメント』の2つの活用方法の想定から検討した。

これらの検討において整理できた指標は100を超えたが、その中でもその上で指標候補の算定可能性を、宣言型のアセスメント指標案については「土地利用」「夜間人口・昼間人口の配置」「交通ネットワーク条件」を変更することによって、算出値に違いが生じる指標か否か、予測型のアセスメント指標案については、前述の将来都市構造予測モデルで算出が可能かという観点からさらに検討した。これらの検討結果や、各種計画や研究レビューでの該当が複数あること、指標間のバランスなどを踏まえて必要な指標を絞り込むこととした。

表8 評価指標の検討にあたって参考とした取組・諸計画と関連研究

<b>◇国土交通省関連計画における評価の項目と指標</b>		
①『社会資本整備重点計画』における評価項目と指標		
②『低炭素都市づくりガイドライン』の評価項目と指標		
<b>◇地方都市の諸計画における記述</b>		
①数値目標が記される都市計画マスタープランの指標	春日井、柏、松戸、八千代、伊勢市	
②都市計画マスタープラン等における目標	札幌、富山、秋田、青森、日上市等	
<b>◇各種調査・研究における評価の項目と指標</b>		
①モニタリング指標 (事後評価指標)の事例	【リノベーション・プログラム(国土交通省)】	
	【まちづくりに関する総合的な支援措置(国土交通省)】	
	【国連による持続可能な開発指標】	
	【世界銀行によるグローバル都市指標】	
②アセスメント指標 (事前予測指標)の事例	【英国環境・食料・農村地域省(DETRA)】による持続可能な開発のモニタリング指標	
	【交通モデル(総合都市交通体系調査)】	PT調査のあり方と活用に関する調査研究報告書 平成17年(国土交通省国土総合技術政策研究所)
	【海外土地利用交通モデル適用プロジェクト】	SPARTACUS PROPOLIS
	【土地利用交通モデルの海外事例】	『ケンブリッジフューチャーズ』 『将来のオランダプロジェクト(オランダ環境評価局)』、等
③既存研究論文	【国内外の土地利用交通モデルによる出力指標】	「URBANSIM」「DELTA」「IRPUD」 「NYMTC-LUM」「VMcue」「RURBAN」
	高橋美保子ほか(2007)「コンパクトシティ形成効果の費用便益評価システムに関する研究」都市計画論文集	
	黒川洗ほか(1995)「スプロール市街地の整備コストに関する一考察」都市計画論文集	
	氏原岳人ほか(2007)「エコロジカル・フットプリント指標を用いた都市整備手法が都市撤退に及ぼす環境影響評価 ～都市インフラネットワークの維持・管理に着目して～」都市計画論文集	



検討対象とする都市構造評価指標について、都市構造予測モデルとの親和性や政策変数との関連性から、都市将来像アセスメントにおいて算定可能な指標であるかを、以下の表 9 に示す判断基準で整理した。また、指標値をゾーン単位で分析するか、都市全体で見るかについても、表 10 に示す判断基準で整理した。これらを踏まえた、都市構造評価指標の選定結果を表 11 に示す。

表 9 算定可能性の判断基準

アセスメント の手法区分	指標の算定可能とする判断基準
『予測型の アセスメント』	<p>都市構造予測モデルとの親和性を以下の段階で区分し、現在のモデルで算出可能な場合（●）、算定可能とした。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●：現在の都市構造予測モデルを用いて算出できる指標</li> <li>△：モデルの改良等により、今後算出の可能性のある指標</li> <li>□：政策変数など外生変数で規定される指標</li> <li>－：予測算出が困難な指標</li> </ul>
『宣言型の アセスメント』	<p>都市構造を規定する政策変数（「土地利用」「夜間人口・昼間人口の配置」「交通ネットワーク条件（道路緑化率などの交通容量に関係しないものは含まない）」など）を変更することにより、指標算出値に違いが生じる指標か否か。</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>●：算出値に違いが生じる。または違いが生じる可能性がある</li> <li>－：違いが生じない</li> </ul>

表 10 算定単位の判断基準

	算定単位の判断基準
ゾーン単位での 評価指標算出	<ul style="list-style-type: none"> <li>●：ゾーン毎に評価指標値を算出でき、地域間の公平性や適切な配置といった視点で都市構造を評価することに活用できる。</li> <li>△：ゾーン毎の評価指標値の算出は可能ではあるが、地域間の公平性や適切な配置といった視点での評価が難しいため、ゾーン値を算出する意義が認められない。</li> <li>－：算出できない。</li> </ul>
都市全体での 評価指標算出	<ul style="list-style-type: none"> <li>●：都市全体としての評価指標値を算出することができる。</li> <li>△：ゾーン間の公平性や適切な配置で評価する。</li> <li>－：算出できない。</li> </ul>

表 11 都市構造評価指標の選定

大分類	中分類	小分類	連番	指標	算定可能性		算定の単位		検討対象
					予測型	宣言型	ゾーン単位	都市全体	
暮らし	住宅	居住地	1	居住地属性別居住者数	●	●	—	●	●
		住宅質	2	一人当たり床面積	●	—	●	●	●
		居住コスト	3	一人当たり居住費用	●	—	●	●	●
	交通	交通特性	4	手段別所要時間	●	—	●	●	●
			5	目的別所要時間	●	—	●	●	●
			6	交通手段構成比	●	—	●	●	●
		公共交通	7	公共交通利用者数	●	—	●	●	●
			8	交通施設アクセス（駅など）	●	●	●	●	●
		渋滞	9	道路混雑度	●	—	●	●	●
		交通事故	10	交通事故死傷者数	●	—	●	●	●
		アクセシビリティ	11	都心等拠点アクセス	●	—	●	●	●
	高齢者交通	12	高齢者の公共交通アクセス	●	—	●	●	●	
		13	高齢者の都心等拠点公共交通アクセス	●	—	●	●	●	
	インフラ	上下水	14	下水処理サービス人口比率	□	●	●	●	●
		公園・緑地	15	一人当たり公園・緑地面積	□	●	●	●	●
	コミュニケーション	コミュニティ	16	居住者の属性構成バランス	●	—	●	△	●
安全	治安	治安	17	犯罪発生件数・発生率	—	—	—	—	—
	防災	防災	18	帰宅困難者数	●	—	●	●	●
			19	消防活動困難地の居住者数等	●	—	●	●	●
			20	消防・救急現場到着時間	●	—	●	●	●
			21	広幅員道路密度	□	●	—	●	●
			22	災害危険区域の居住者数	●	●	●	●	●
	23	建築物・構造物の耐震化率	△	—	—	—	—		
	医療	医療	24	医療施設アクセス圏人口	●	—	●	●	●
高齢者医療		25	高齢者の医療施設公共交通アクセス	●	—	●	●	●	
環境	地球環境	地球温暖化	26	運輸部門のCO2排出量	●	—	△	●	●
			27	民生部門のCO2排出量	●	—	●	●	●
			28	みどりのCO2固定量・吸収量	□	●	△	●	●
	大気汚染	排出量	29	NO <sub>x</sub> 排出量	●	—	●	●	●
	自然・森林・生態系	緑被	30	緑農地比率	□	●	△	●	●
	資源・エネルギー	燃料	31	運輸部門の燃料消費量	●	—	△	●	●
			32	民生部門の燃料消費量	●	—	●	●	●
	廃棄物	廃棄物発生量	33	一人当たり廃棄物発生量	△	—	—	—	—
活力	活動量分布	産業	34	従業者数	●	—	●	△	●
	産業活動	生産物流コスト	35	トリップ平均所要時間	●	—	—	●	●
		商業	36	中心市街地来街者数	●	—	—	●	●
		観光	37	主要観光施設間アクセス	●	—	—	●	●
	経済成長	GDP・GRP	38	GDPおよび1人当たりGDP	△	—	—	—	—
経済効果	土地価格	39	地代合計	●	—	●	●	●	

さらに、将来の行政サービスコストについても、都市構造の効率性や持続可能性を評価・判断する上で重要であり不可欠な要素としてとらえ、その算定手法を検討した。この検討では、将来都市構造実現後にかかる維持管理コストに限定した。検討にあたっては、地方公共団体での検討状況の把握や既往の算定手法のレビューより、サービスの提供形態で「ネットワーク型」と「拠点型」に分けた上で、今回のアセスメントツールに実装する具体的な算定手法について整理した。

まず、行政コストの算出事例から、サービス項目の配置密度や単位あたりコストの設定基準を表 12 のように整理した。

配置密度の設定基準では、「小中学校、給食センター、公園、幼稚園、保育所、公民館、消防・救急」はマニュアル等での望ましい配置基準に基づき設定している点で類似している。この中で、単位あたりコストに地区別人口等から算定する式を用いているのは「小・中学校」「消防・救急」であるが、「小・中学校」の算定式がより直接的で明快である。そのため「小・中学校」で算定することで、他の「給食センター、公園、幼稚園、保育所、公民館、消防・救急」を代表することを考える。

また、「道路」「下水道」「公共交通」は各都市データの回帰式から配置密度を設定しているが、「道路」「下水道」では単位あたりコストの算定基準設定法まで同様であるため、「道路」で算定することで「下水道」を代表することができる。

表 12 行政コスト算出事例での設定基準の根拠

	設定根拠	サービス項目
行政サービスの 配置密度の 設定基準	マニュアル等 (望ましい配置基準)	小中学校、給食センター、公園、 幼稚園、保育所、公民館、消防・救急
	全国平均	上水道
	各都市データから 回帰式	道路、下水道、公共交通
	個別実績・基準無し	訪問介護、ごみ収集
行政サービスの 単位あたりコスト の設定基準	全国平均	道路、下水道、上水道、公民館
	算定式	小中学校、消防・救急(仮定式)
	回帰	ごみ収集、公園、保育所、幼稚園 公共交通
	個別実績	訪問介護

サービス項目別に土地利用交通モデルとの連動性を整理したものが表 13 である。「高齢化（年齢階層別人口）」の状況を反映する指標として、「訪問介護」「小・中学校」「公共交通」が挙げられる。また「公共交通」「小・中学校」では、「人口分布（ゾーン別人口）」も大きく指標に関係すると考えられる。

以上から、他のサービス項目の算定方法を代表することができ、また、土地利用交通モデルを活用することで、少子高齢化や都市構造の変化に伴う人口分布を反映することができる指標として、「道路」「訪問介護」「公共交通」「小・中学校」を行政サービスコストの指標として選定した。

表 13 行政サービスコストの算定手法の整理

提供形態	検討対象 行政サービス	将来都市構造予測結果との連動		自治体 データの 必要有無	政策値（政策変数） として設定する項目
		少子高齢化 （ゾーン別年齢構成）	人口分布 （ゾーン別人口）		
ネット ワーク 型	道路		○ <sup>※1※2</sup>	—	都市計画区域面積
	上水道			—	市街化区域面積
	下水道		○ <sup>※1</sup>	—	
	ごみ収集		○ <sup>※3</sup>	—	
	訪問介護	○		要 <sup>※4</sup>	
	公共交通	○ <sup>※5</sup>	○ <sup>※5</sup>	—	
拠点型	公園		○ <sup>※2</sup>	—	整備水準 <sup>※6</sup>
	小・中学校	○ <sup>※7</sup>	○ <sup>※7</sup>	—	整備水準 <sup>※6</sup>
	給食センター	○	○	—	整備水準 <sup>※6</sup>
	幼稚園	○	○	—	整備水準 <sup>※6</sup>
	保育所	○	○	—	整備水準 <sup>※6</sup>
	公民館			—	整備水準 <sup>※6</sup>
	消防・救急搬送			—	整備水準 <sup>※6</sup>

※1 道路密度は可住地人口密度の関数として設定。下水道管渠延長は道路延長の一次式で設定。

※2 コスト原単位は「面積」「都市化度（DID人口／総人口）」「可住地人口密度」の関数として設定。

※3 コスト原単位は「都市化度（DID人口／総人口）」「可住地人口密度」の関数として設定。

※4 訪問介護サービス別の年齢階層別利用率と給付費の実績値。

※5 将来都市構造予測において使用している土地利用交通モデルから公共交通利用者数を算出するため、少子高齢化や人口分布を導出できると解釈。

※6 整備水準は関連法令やマニュアルで示されている適正な整備水準を満たすことを基本とするが、自治体の実績に応じて弾力的に設定することも可能。

※7 学校規模に応じて一校あたり費用も変動。

#### 4-3 「暮らし」の指標の算定方法

暮らしに関する指標の算出方法は以下のとおりである。

表 14 「暮らし」の指標の算定方法

評価指標	算定単位	算定方法	
居住地属性別居住者数	都市全体	$\Sigma$ ゾーン別夜間人口（都心周辺ゾーン）	
一人当たり床面積	ゾーン	利用床面積÷夜間人口	
	都市全体	総利用床面積÷総夜間人口	
一人当たり居住費用	ゾーン	住宅床地代（円/㎡）×住宅利用床面積（㎡）÷夜間人口（人）	
	都市全体	$\Sigma$ （ゾーン別住宅床地代×ゾーン別住宅利用床面積）÷総夜間人口	
手段別所要時間	ゾーン	右のゾーン内集計	手段別OD表×手段別時間距離表 ÷手段別トリップ数
	都市全体	右の全体集計	
目的別所要時間	ゾーン	右のゾーン内集計	目的別手段別OD表×目的手段別時間 距離表÷目的別トリップ数
	都市全体	右の全体集計	
交通手段構成比 （自動車以外の割合）	ゾーン	1－（当該ゾーンの自動車発着トリップ数÷当該ゾーンの全 発着トリップ数）	
	都市全体	1－（都市全体の自動車発着トリップ数÷当該ゾーンの全 発着トリップ数）	
公共交通利用者数	ゾーン	ゾーン発着の公共交通（鉄軌道・バス）のトリップ数	
	都市全体	公共交通（鉄軌道・バス）のトリップ数	
最寄駅アクセス 徒歩時間	ゾーン	ゾーン別駅アクセス徒歩時間（駅ゾーン時間距離表）	
	都市全体	$\Sigma$ （ゾーン別夜間人口×ゾーン別駅アクセス徒歩時間） ÷総夜間人口	
混雑度	ゾーン	リンク別混雑度をゾーン内延長比で加重平均	
	都市全体	都市内リンクを対象に $\Sigma$ （リンク別交通量×リンク長） ÷ $\Sigma$ （リンク別交通容量×リンク長）	
交通事故死傷者数	ゾーン	リンク別事故率×リンク別台kmでリンク別交通事故死傷者数 を算出し、これをゾーン内延長比で加重平均	
	都市全体	$\Sigma$ （リンク別事故率×リンク別台km）	
都心アクセス時間	ゾーン	ゾーン別都心アクセス時間（ゾーン間時間距離表）	
	都市全体	$\Sigma$ （ゾーン別夜間人口×ゾーン別都心アクセス時間） ÷総夜間人口	
高齢者の公共交通ア クセス	ゾーン	ゾーン別公共交通アクセス限界時間範囲内高齢者数	
	都市全体	$\Sigma$ （ゾーン別公共交通アクセス限界時間範囲内高齢者数）	
高齢者の都心等拠点 公共交通アクセス	ゾーン	ゾーン別拠点等公共交通都心アクセス時間（ゾーン間公共交 通時間距離表）	
	都市全体	$\Sigma$ （ゾーン別高齢者人口×ゾーン別拠点公共交通アクセス時 間）÷総高齢者人口	
下水処理サービス 人口比率	ゾーン	下水処理サービス範囲の市街地面積割合	
	都市全体	$\Sigma$ （ゾーン別夜間人口×下水処理サービス範囲の市街地面積 割合）÷総夜間人口	
一人当たり 公園緑地面積	ゾーン	公園緑地面積（政策変数）÷ゾーン夜間人口	
	都市全体	公園緑地面積（政策変数）÷総夜間人口	
居住者の属性構成バランス （高齢者人口割合）	ゾーン	ゾーン別高齢者人口割合	
	都市全体	高齢者人口割合別のゾーン分布状況	

## 1) 居住地属性別居住者数

### ① ゾーン別総人口

年齢階層別人口の総和により、ゾーン別総人口を算出する。

$$ZNJ_i = \sum_h NJ_{hi} \quad (53)$$

$NJ_{hi}$  : ゾーン*i*における年齢階層*h*の人口

$ZNJ_i$  : ゾーン*i*における人口

### ② 対象人口

ゾーンごとに対象フラグを掛けた人口の総和により、対象人口を算出する。

$$TNJ = \sum_i (ZNJ_i \times FLG_i) \quad (54)$$

$ZNJ_i$  : ゾーン*i*における人口

$FLG_i$  : 対象フラグ、ゾーン*i*が対象の場合「1」 その他「0」

$TNJ$  : 対象人口

### ③ 対象居住者比率

対象人口の都市圏総人口に占める割合により、対象居住者比率を算出する。

$$RTNJ = \frac{TNJ}{\sum_i ZNJ_i} \quad (55)$$

$TNJ$  : 対象人口

$RTNJ$  : 対象居住者比率

## 2) 一人当たり床面積

### ① ゾーン別総人口

年齢階層別人口の総和により、ゾーン別総人口を算出する。

$$ZNJ_i = \sum_h NJ_{hi} \quad (56)$$

$NJ_{hi}$  : ゾーン*i*における年齢階層*h*の人口

$ZNJ_i$  : ゾーン*i*における人口

### ② ゾーン別一人当たり床面積

ゾーンごとに以下の式により一人当たり床面積を求める。

$$HFANJ_i = HFA_i / ZNJ_i \quad (57)$$

$ZNJ_i$  : ゾーン*i*における人口

$HFA_i$  : ゾーン*i*における住宅床面積

$HFANJ_i$  : ゾーン別一人当たり床面積

### ③一人当たり床面積

以下の式により、ゾーン別人口を用いて一人当たり床面積の加重平均値を求める。

$$RHFANJ = \frac{\sum_i HFA_i}{\sum_i ZNJ_i} \quad (58)$$

$RHFANJ$  : 一人当たり床面積

## 3) 一人当たり居住費用

### ①ゾーン別総人口

年齢階層別人口の総和により、ゾーン別総人口を算出する。

$$ZNJ_i = \sum_h NJ_{hi} \quad (59)$$

$NJ_{hi}$  : ゾーン*i*における年齢階層*h*の人口

$ZNJ_i$  : ゾーン*i*における人口

### ②ゾーン別居住費用

以下の式により、ゾーンごとの居住費用を算出する。

$$HF AFR_i = HFA_i \times HFR_i \quad (60)$$

$HFR_i$  : ゾーン*i*における住宅床地代

$HFA_i$  : ゾーン*i*における住宅床面積

$HF AFR_i$  : ゾーン*i*における居住費用

### ③居住費用合計

以下の式により、居住費用合計を算出する。

$$THFAFR = \sum_i HF AFR_i \quad (61)$$

$THFAFR$  : 居住費用合計

### ④居住費用

以下の式により、ゾーン別人口を用いて居住費用の加重平均値を求める。

$$RHFAFR = \frac{THFAFR}{\sum_i ZNJ_i} \quad (62)$$

$RHFAFR$  : 居住費用の加重平均

#### 4) 手段別所要時間

##### ①ゾーン別手段別平均所要時間

ゾーン別手段別平均所要時間は、以下の式により求める。

$$SZATRPT_{si} = \frac{\sum_m \sum_j (OD_{msij} \times T_{sij})}{\sum_m \sum_j OD_{msij}} \quad (63)$$

$OD_{msij}$  : ゾーン  $ij$  間における目的  $m$  交通手段  $s$  の交通量

$T_{sij}$  : ゾーン  $ij$  間における交通手段  $s$  の所要時間

$SZATRPT_{si}$  : ゾーン  $i$  における交通手段  $s$  の平均所要時間

##### ②手段別平均所要時間

手段別平均所要時間は、以下の式により求める。

$$SATRPT_s = \frac{\sum_m \sum_i \sum_j (OD_{msij} \times T_{sij})}{\sum_m \sum_i \sum_j OD_{msij}} \quad (64)$$

$SATRPT_s$  : 交通手段  $s$  の平均所要時間

#### 5) 目的別所要時間

##### ①ゾーン別目的別平均所要時間

ゾーン別目的別平均所要時間は、以下の式により求める。

$$MZATRPT_{mi} = \frac{\sum_s \sum_j (OD_{msij} \times T_{sij})}{\sum_s \sum_j OD_{msij}} \quad (65)$$

$OD_{msij}$  : ゾーン  $ij$  間における目的  $m$  交通手段  $s$  の交通量

$T_{sij}$  : ゾーン  $ij$  間における交通手段  $s$  の所要時間

$MZATRPT_{mi}$  : ゾーン  $i$  における目的  $m$  の平均所要時間



②目的別平均所要時間

目的別平均所要時間は、以下の式により求める。

$$MATRPT_m = \frac{\sum_s \sum_i \sum_j (OD_{msij} \times T_{sij})}{\sum_s \sum_i \sum_j OD_{msij}} \quad (66)$$

$MATRPT_m$  : 目的  $m$  の平均所要時間

6) 交通手段構成比

①発ゾーン別交通手段構成比

発ゾーン別交通手段構成比は、以下の式により求める。

$$ROZTR_{si} = \frac{\sum_m \sum_j OD_{msij}}{\sum_s \sum_m \sum_j OD_{msij}} \quad (67)$$

$OD_{msij}$  : ゾーン  $ij$  間における目的  $m$  交通手段  $s$  の交通量

$ROZTR_{si}$  : 発ゾーン  $i$  における交通手段  $s$  の交通手段構成比

②着ゾーン別交通手段構成比

着ゾーン別交通手段構成比は、以下の式により求める。

$$RDZTR_{sj} = \frac{\sum_m \sum_i OD_{msij}}{\sum_s \sum_m \sum_i OD_{msij}} \quad (68)$$

$RDZTR_{sj}$  : 着ゾーン  $j$  における交通手段  $s$  の交通手段構成比

③交通手段構成比

交通手段構成比は、以下の式により求める。

$$RTR_s = \frac{\sum_m \sum_i \sum_j OD_{msij}}{\sum_s \sum_m \sum_i \sum_j OD_{msij}} \quad (69)$$

$RTR_s$  : 交通手段  $s$  の交通手段構成比

## 7) 公共交通利用者数

### ① ゾーン別公共交通利用者数

ゾーン別公共交通利用者数は、以下の式により求める。

$$ZPUBOD_i = \sum_{s=s\_bus, s\_train} \sum_m (\sum_j OD_{msij} + \sum_j OD_{msji}) \quad (70)$$

$OD_{msij}$  : ゾーン  $ij$  間における目的  $m$  交通手段  $s$  の交通量

$s\_bus$  : バスの交通手段番号

$s\_train$  : 鉄道の交通手段番号

$ZPUBOD_i$  : ゾーン  $i$  における公共交通利用者数

### ② 公共交通利用者数

公共交通利用者数は、以下の式により求める。

$$TPUBTOD = \sum_i ZPUBOD_i / 2 \quad (71)$$

$TPUBTOD$  : 公共交通利用者数

## 8) 交通施設アクセス

### ① ゾーン別総人口

年齢階層別人口の総和により、ゾーン別総人口を算出する。

$$ZNJ_i = \sum_h NJ_{hi} \quad (72)$$

$NJ_{hi}$  : ゾーン  $i$  における年齢階層  $h$  の人口

$ZNJ_i$  : ゾーン  $i$  における人口

### ② ゾーン別駅アクセス徒歩所要時間

ゾーン別駅アクセス徒歩時間は、以下の式により求める。

$$ZACCT_i = STDIST_i / WSP \quad (73)$$

$STDIST_i$  : ゾーン  $i$  における最寄駅までの距離 (km)

$WSP$  : 徒歩分速 = 0.08 (km/min)

$ZACCT_i$  : ゾーン別駅アクセス徒歩時間 (分)

### ③ ゾーン別駅アクセス徒歩総所要時間

ゾーン別駅アクセス徒歩総所要時間は、以下の式により求める。

$$TZACCT_i = ACCT_i \times ZNJ_i \quad (74)$$

$TZACCT_i$  : ゾーン別駅アクセス徒歩総所要時間 (分)

④ 駅アクセス徒歩総所要時間

駅アクセス徒歩総所要時間は、以下の式により求める。

$$TTACCT = \sum_i TZACCT_i \quad (75)$$

$TTACCT$  : 駅アクセス徒歩総所要時間 (分)

⑤ 駅アクセス徒歩平均所要時間

以下の式により、ゾーン別人口を用いて駅アクセス徒歩所要時間の加重平均値を求める。

$$ATACCT = \frac{TTACCT}{\sum_i ZNJ_i} \quad (76)$$

$ATACCT$  : 駅アクセス徒歩平均所要時間(分)

9) 道路混雑度

① リンク別平均混雑

リンク別平均混雑度は、以下の式により求める。

$$ALTJ_l = \frac{KU_l \cdot TJU_l + KD_l \cdot TJD_l}{KU_l + KD_l} \quad (77)$$

$KU_l, KD_l$  : リンク  $l$  における上り、下り交通量

$TJU_l, TJD_l$  : リンク  $l$  における上り、下り混雑度

$ALTJ_l$  : リンク  $l$  における上り、下り混雑度

② 平均混雑度 (台 km 加重平均)

平均混雑度は、以下の式により求める。

$$ATJ = \frac{\sum_l ((KU_l \cdot TJU_l + KD_l \cdot TJD_l) \times LL_l)}{\sum_l ((KU_l + KD_l) \times LL_l)} \quad (78)$$

$LL_l$  : リンク  $l$  における延長

$ATJ$  : 平均混雑度

③ 混雑度 1 以上リンクの台 km

混雑度 1 以上リンクの台 km は、以下の式により求める。

$$TTL = \sum_l (KU_l \times LL_l) + \sum_l (KD_l \times LL_l) \quad (79)$$

ただし、 $TJU_l > 1$  または  $TJD_l > 1$  のリンク  $l$  のみ

$TTL$  : 混雑度 1 以上リンク台 k

④ゾーン別平均混雑度

ゾーン別平均混雑度は、ゾーン*i*に含まれるリンク*l*について集計し、以下の式により求める。

$$AZTJ_i = \frac{\sum_{l \in i} ((KU_l \cdot TJU_l + KD_l \cdot TJD_l) \times LL_l)}{\sum_{l \in i} ((KU_l + KD_l) \times LL_l)} \quad (80)$$

$AZTJ_i$  : ゾーン*i*における平均混雑度

10) 交通事故死傷者数

①リンク別事故発生件数

人身事故発生件数は、以下の式で求める。

$$LA_l = \frac{(KU_l + KD_l) \times (LL_l \times LPL_{h,l} + LPN_{h,l})}{1000} \quad (81)$$

$KU_l, KD_l$  : リンク*l*における上り、下り交通量

$LL_l$  : リンク*l*における延長

$LPL_{h,l}$  : リンク*l*における区分*h*の事故率延長係数 (千台 k mあたり)

$LPN_{h,l}$  : リンク*l*における区分*h*の事故率交差点係数 (千台あたり)

$LA_l$  : リンク*l*における事故発生件数

事故率延長係数、事故率交差点係数は、リンクの交通容量より対象リンクの級種を特定し、該当級種毎に用意された値を特定して用いる。

②事故発生件数

人身事故発生件数は、以下の式で求める。

$$LTA = \sum_l LA_l \quad (82)$$

$LTA$  : 事故発生件数

③ゾーン別事故発生件数

ゾーン別平均混雑度は、ゾーン*i*に含まれるリンク*l*について集計し、以下の式により求める。

$$TZA_i = \sum_{l \in i} LA_l \quad (83)$$

$TZA_i$  : ゾーン*i*における事故発生件数

## 11) 都心等拠点アクセス

### ① ゾーン別総人口

年齢階層別人口の総和により、ゾーン別総人口を算出する。

$$ZNJ_i = \sum_h NJ_{hi} \quad (84)$$

$NJ_{hi}$  : ゾーン*i*における年齢階層*h*の人口

$ZNJ_i$  : ゾーン*i*における人口

### ② ゾーン別拠点アクセス所要時間

ゾーン別拠点アクセス所要時間は、以下の式により求める。

$$MINTKYOTEN_i = \min_{s,n} \{T_{s,i,n}\} \quad (85)$$

$T_{s,i,n}$  : ゾーン*i*における拠点*n*までの交通手段*s*の所要時間

$MINTKYOTEN_i$  : ゾーン別拠点アクセス所要時間

### ③ ゾーン別拠点アクセス総所要時間

ゾーン別拠点アクセス総所要時間は、以下の式により求める。

$$TJKYOTEN_i = MINTKYOTEN_i \times ZNJ_i \quad (86)$$

$TJKYOTEN_i$  : ゾーン別拠点アクセス総所要時間

### ④ 拠点アクセス総所要時間

拠点アクセス総所要時間は、以下の式により求める。

$$TTJKYOTEN = \sum_i TJKYOTEN_i \quad (87)$$

$TTJKYOTEN$  : 拠点アクセス総所要時間

### ⑤ 拠点アクセス平均所要時間

以下の式により、ゾーン別人口を用いて拠点アクセス所要時間の加重平均値を求める。

$$ATJKYOTEN = \frac{TTJKYOTEN}{\sum_i ZNJ_i} \quad (88)$$

$ATJKYOTEN$  : 拠点アクセス平均所要時間

## 12) 高齢者の公共交通アクセス

### ① ゾーン別高齢者数

65歳以上人口の総和により、ゾーン別高齢者数を算出する。

$$ZONJ_i = \sum_{h'} NJ_{h'i} \quad (89)$$

$NJ_{h'i}$  : ゾーン*i*における65歳以上年齢階層*h'*の人口

$ZONJ_i$  : ゾーン*i*における65歳以上人口

### ② ゾーン別最寄り公共交通アクセス所要時間

ゾーン別最寄りバス停徒歩所要時間は、以下の式により求める。

$$MINTPT_i = \min_n \{T_{walk,i,n}\} \quad (90)$$

$T_{walk,i,n}$  : ゾーン*i*におけるバス停または駅*n*までの徒歩所要時間

$MINTPT_i$  : ゾーン*i*における最寄り公共交通アクセス所要時間

### ③ ゾーン別公共交通アクセス圏高齢者数

ゾーン別公共交通アクセス圏高齢者数は、以下の式により求める。

$$ACCONJPT_i = ZONJ_i \times FLGPT_i \quad (91)$$

$ACCONJPT_i$  : ゾーン別公共交通アクセス圏高齢者数

$TLMTPT$  : 公共交通アクセス限界時間

$FLGPT_i$  : 公共交通アクセス圏フラグ

( $MINTPT_i \leq TLMTPT$  の場合[1]、その他[0])

### ④ 公共交通アクセス圏高齢者数

公共交通アクセス圏高齢者数は、以下の式により求める。

$$TACCONJPT = \sum_i ACCONJPT_i \quad (92)$$

$TACCONJPT$  : 公共交通アクセス圏高齢者数

### ⑤ 公共交通アクセス圏高齢者割合

公共交通アクセス圏高齢者人口割合は、以下の式により求める。

$$RACCONJPT = \frac{TACCONJPT}{\sum_i ZONJ_i} \quad (93)$$

$RACCONJPT$  : 公共交通アクセス圏高齢者割合

### 13) 高齢者の都心等拠点公共交通アクセス

#### ① ゾーン別高齢者数

65歳以上人口の総和により、ゾーン別高齢者数を算出する。

$$ZONJ_i = \sum_{h'} NJ_{h'i} \quad (94)$$

$NJ_{h'i}$  : ゾーン*i*における65歳以上年齢階層*h'*の人口

$ZONJ_i$  : ゾーン*i*における65歳以上人口

#### ② ゾーン別拠点公共交通アクセス所要時間

ゾーン別拠点公共交通所要時間は、以下の式により求める。

$$MINPTKYOTEN_i = \min_n \{ T_{bus,i,n}, T_{train,i,n} \} \quad (95)$$

$T_{bus,i,n}$  : ゾーン*i*における拠点*n*までのバス所要時間

$T_{train,i,n}$  : ゾーン*i*における拠点*n*までの鉄軌道所要時間

$MINPTKYOTEN_i$  : ゾーン*i*における拠点公共交通アクセス所要時間

#### ③ ゾーン別高齢者拠点公共交通アクセス総所要時間

ゾーン別高齢者拠点公共交通アクセス総所要時間は、以下の式により求める。

$$PTONJKYOTEN_i = MINPTKYOTEN_i \times ZONJ_i \quad (96)$$

$PTONJKYOTEN_i$  : ゾーン別高齢者拠点公共交通アクセス総所要時間

#### ④ 高齢者拠点公共交通アクセス総所要時間

高齢者拠点公共交通アクセス総所要時間は、以下の式により求める。

$$TPTONJKYOTEN = \sum_i PTONJKYOTEN_i \quad (97)$$

$TPTONJKYOTEN$  : 高齢者拠点公共交通アクセス総所要時間

以下の式により、ゾーン別人口を用いて高齢者拠点公共交通アクセス所要時間の加重平均値を求める。

$$APTONJKYOTEN = \frac{TPTONJKYOTEN}{\sum_i ZONJ_i} \quad (98)$$

$APTONJKYOTEN$  : 高齢者拠点公共交通アクセス平均所要時間

#### 14) 下水処理サービス人口比率

##### ① ゾーン別総人口

年齢階層別人口の総和により、ゾーン別総人口を算出する。

$$ZNJ_i = \sum_h NJ_{hi} \quad (99)$$

$NJ_{hi}$  : ゾーン*i*における年齢階層*h*の人口

$ZNJ_i$  : ゾーン*i*における人口

##### ② ゾーン別下水道サービス人口

ゾーン別下水道サービス人口は、以下の式により求める。

$$SWGJ_i = ZNJ_i \times SWG_i \quad (100)$$

$SWG_i$  : ゾーン*i*における下水道普及率

$SWGJ_i$  : ゾーン*i*における下水道サービス人口

##### ③ 下水道サービス人口割合

下水道サービス人口割合は、以下の式により求める。

$$RTSWGJ = \frac{\sum_i SWGJ_i}{\sum_i ZNJ_i} \quad (101)$$

$RTSWGJ$  : 下水道サービス人口割合

#### 15) 一人当たり公園・緑地面積

##### ① ゾーン別総人口

年齢階層別人口の総和により、ゾーン別総人口を算出する。

$$ZNJ_i = \sum_h NJ_{hi} \quad (102)$$

$NJ_{hi}$  : ゾーン*i*における年齢階層*h*の人口

$ZNJ_i$  : ゾーン*i*における人口

##### ② ゾーン別一人当たり公園・緑地面積

ゾーン別一人当たり公園・緑地面積は、以下の式により求める。

$$ZPSPJ_i = \frac{ZPS_i}{ZNJ_i} \quad (103)$$

$ZPS_i$  : ゾーン*i*における公園緑地面積

$ZPSPJ_i$  : ゾーン*i*における一人当たり公園緑地面積



③都市全体の一人当たり公園・緑地面積

都市全体の一人当たり公園・緑地面積は、以下の式により求める。

$$TPSPJ = \frac{\sum_i ZPS_i}{\sum_i ZNJ_i} \quad (104)$$

$TPSPJ$  : 都市全体の一人当たり公園緑地面積

16) 居住者の属性構成バランス

①ゾーン別総人口

年齢階層別人口の総和により、ゾーン別総人口を算出する。

$$ZNJ_i = \sum_h NJ_{hi} \quad (105)$$

$NJ_{hi}$  : ゾーン*i*における年齢階層*h*の人口

$ZNJ_i$  : ゾーン*i*における人口

②ゾーン別高齢者数

65歳以上人口の総和により、ゾーン別高齢者数を算出する。

$$ZONJ_i = \sum_{h'} NJ_{h'i} \quad (106)$$

$NJ_{h'i}$  : ゾーン*i*における65歳以上年齢階層*h'*の人口

$ZONJ_i$  : ゾーン*i*における65歳以上人口

③高齢化率

高齢化率は以下の式により求める。

$$RZONJ_i = \frac{ZONJ_i}{ZNJ_i} \quad (107)$$

$RZONJ_i$  : ゾーン*i*における高齢化率

#### 4-4 「安全」の指標の算定方法

安全に関する指標の算出方法は以下のとおりである。

表 15 「安全」の指標の算定方法

評価指標	算定単位	算定方法	
帰宅困難者数	ゾーン	右の発ゾーン集計	$\Sigma$ (通勤・通学トリップ数 (徒歩と仮定した場合の所要時間が 180 分以上のODペア))
	都市全体	右の全体集計	
消防活動困難地の居住人口 (市街地安全性・防災性)	ゾーン	市街地面積が消防活動困難地に含まれる割合 × 夜間人口	
	都市全体	$\Sigma$ (ゾーン別夜間人口 (消防活動困難地の範囲ゾーン))	
消防・救急現場到着時間	ゾーン	道路時間距離表による最寄り消防署からの所要時間	
	都市全体	$\Sigma$ (ゾーン別夜間人口 (消防署 5 分以内ゾーン))	
広幅員道路密度	都市全体	市街地内の 4 車線以上道路延長 ÷ 市街地面積	
災害危険区域での居住人口	ゾーン	災害危険区域の市街地面積割合	
	都市全体	$\Sigma$ (ゾーン別夜間人口 (災害危険区域の範囲ゾーン))	
医療施設アクセス圏人口	ゾーン	道路時間距離表から拠点病院までの所要時間	
	都市全体	$\Sigma$ (ゾーン別夜間人口 (拠点病院 N 分以内ゾーン)) ※仮想都市においては N=10 分と設定する	
高齢者の医療施設公共交通アクセス	ゾーン	ゾーン別医療施設公共交通アクセス限界時間内高齢者数	
	都市全体	$\Sigma$ (ゾーン別医療施設公共交通アクセス限界時間内高齢者数)	

#### 17) 帰宅困難者数

##### ① ゾーン別帰宅困難者数

ゾーン別帰宅困難者数は、以下の式により求める。

$$ZRDN_i = \sum_s JOD_{sij} + \sum_s SOD_{sij} \quad (108)$$

ただし、 $T_{walk,ij} > TLMT$  の場合のみ

$JOD_{sij}$  : ゾーン  $ij$  間における交通手段  $s$  の通勤交通量

$SOD_{sij}$  : ゾーン  $ij$  間における交通手段  $s$  の通学交通量

$T_{walk,ij}$  : ゾーン  $ij$  間における徒歩所要時間

$TLMT$  : 帰宅可能時間上限

$ZRDN_i$  : ゾーン別帰宅困難者数

## ②帰宅困難者数

帰宅困難者数は、以下の式により求める。

$$TZRDN = \sum_i ZRDN_i \quad (109)$$

$TZRDN$  : 帰宅困難者数

## 18) 消防活動困難地の居住者数等

### ①ゾーン別総世帯数

タイプ別世帯数の総和により、ゾーン別総世帯数を算出する。

$$ZNH_i = \sum_l NH_{li} \quad (110)$$

$NH_{li}$  : ゾーン*i*における世帯タイプ*l*の世帯数

$ZNH_i$  : ゾーン*i*における総世帯数

### ②ゾーン別総人口

年齢階層別人口の総和により、ゾーン別総人口を算出する。

$$ZNJ_i = \sum_h NJ_{hi} \quad (111)$$

$NJ_{hi}$  : ゾーン*i*における年齢階層*h*の人口

$ZNJ_i$  : ゾーン*i*における人口

### ③ゾーン別消防困難地世帯数

ゾーン別消防困難地世帯数は、以下の式により求める。

$$FFDNH_i = ZNH_i \times FLGFFD_i \quad (112)$$

$FLGFFD_i$  : 消防困難地等フラグ (ゾーン*i*が対象の場合[1]その他[0])

$FFDNH_i$  : ゾーン*i*における消防困難地世帯数

### ④ゾーン別消防活動困難地人口

ゾーン別消防活動困難地人口は、以下の式により求める。

$$FFDNRJ_i = ZNJ_i \times FLGFFD_i \quad (113)$$

$FFDNRJ_i$  : ゾーン*i*における消防活動困難地人口

### ⑤消防活動困難地世帯数

消防活動困難地世帯数は、以下の式により求める。

$$TFFDNH = \sum_i FFDNH_i \quad (114)$$

$TFFDNH$  : 消防活動困難地世帯数

#### ⑥消防活動困難地人口

消防活動困難地人口は、以下の式により求める。

$$TFFDNJ = \sum_i FFDNJ_i \quad (115)$$

$TFFDNJ$  : 消防活動困難地人口

### 19) 消防初期対応時間

#### ①ゾーン別総人口

年齢階層別人口の総和により、ゾーン別総人口を算出する。

$$ZNJ_i = \sum_h NJ_{hi} \quad (116)$$

$NJ_{hi}$  : ゾーン*i*における年齢階層*h*の人口

$ZNJ_i$  : ゾーン*i*における人口

#### ②ゾーン別最寄り消防署所要時間

ゾーン別最寄り消防署所要時間は、以下の式により求める。

$$MINTFS_i = \min_{nf} \{T_{car,i,nf}\} \quad (117)$$

$T_{car,i,nf}$  : ゾーン*i*における消防署*nf*までの自動車所要時間

$MINTFS_i$  : ゾーン*i*における最寄り消防署所要時間

#### ③消防署カバー圏人口

ゾーンごとに対象フラグを掛けた人口の総和により、消防署カバー圏人口を算出する。

$$TCOVJFS = \sum_i (ZNJ_i \times FLG_i) \quad (118)$$

$FLG_i$  : 消防カバー圏フラグ ( $MINTFS_i \leq TLMTFS$  の場合[1]、その他[0])

$TLMTFS$  : 消防署カバー限界時間

$TCOVJFS$  : 消防署カバー圏人口

#### ④消防署カバー圏人口割合

対象人口の都市圏総人口に占める割合により、消防署カバー圏人口割合を算出する。

$$RCOVJFS = \frac{TCOVJFS}{\sum_i ZNJ_i} \quad (119)$$

$RCOVJFS$  : 消防署カバー圏人口割合

## 20) 広幅員道路延長

### ① リンク別広幅員道路フラグ

市街地広幅員道路延長は、以下の式により求める。

$$FRGWR_l = \begin{cases} 1 & : \text{市街地内で4車線以上の場合} \\ 0 & : \text{上記以外} \end{cases}$$

$FRGWR_l$  : リンク  $l$  の広幅員道路フラグ

### ② 市街地広幅員道路延長

市街地広幅員道路延長は、以下の式により求める。

$$TWL = \sum_l (LL_l \times FRGWR_l) \quad (120)$$

$LL_l$  : リンク  $l$  における延長

$TWL$  : 市街地広幅員道路延長

## 21) 災害危険区域の居住者数等

### ① ゾーン別総世帯数

タイプ別世帯数の総和により、ゾーン別総世帯数を算出する。

$$ZNH_i = \sum_h NH_{hi} \quad (121)$$

$NH_{hi}$  : ゾーン  $i$  における世帯タイプ  $h$  の世帯数

$ZNH_i$  : ゾーン  $i$  における総世帯数

### ② ゾーン別高齢者数

65歳以上人口の総和により、ゾーン別高齢者数を算出する。

$$ZONJ_i = \sum_{h'} NJ_{h'i} \quad (122)$$

$NJ_{h'i}$  : ゾーン  $i$  における65歳以上年齢階層  $h'$  の人口

$ZONJ_i$  : ゾーン  $i$  における65歳以上人口

### ③ ゾーン別災害危険区域世帯数

ゾーン別災害危険区域世帯数は、以下の式により求める。

$$HZRNH_i = ZNH_i \times FLGHZR_i \quad (123)$$

$FLGHZR_i$  : 災害危険区域フラグ (ゾーン  $i$  が対象の場合[1]その他[0])

$FFDNH_i$  : ゾーン  $i$  における災害危険区域世帯数

### ④ ゾーン別災害危険区域高齢者数

ゾーン別災害危険区域高齢者数は、以下の式により求める。

$$HZRONJ_i = ZONJ_i \times FLGHZR_i \quad (124)$$

$HZRONJ_i$  : ゾーン  $i$  における災害危険区域高齢者数

⑤災害危険区域世帯数

災害危険区域世帯数は、以下の式により求める。

$$THZRNH = \sum_i HZRNH_i \quad (125)$$

$THZRNH$  : 災害危険区域世帯数

⑥災害危険区域高齢者数

災害危険区域高齢者数は、以下の式により求める。

$$THZRONJ = \sum_i HZRONJ_i \quad (126)$$

$THZRONJ$  : 災害危険区域高齢者数

22) 医療施設アクセス圏人口

①ゾーン別総人口

年齢階層別人口の総和により、ゾーン別総人口を算出する。

$$ZNJ_i = \sum_h NJ_{hi} \quad (127)$$

$NJ_{hi}$  : ゾーン*i*における年齢階層*h*の人口

$ZNJ_i$  : ゾーン*i*における人口

②ゾーン別最寄り医療施設所要時間

ゾーン別最寄り消防署所要時間は、以下の式により求める。

$$MINTIRYOU_i = \min_n \{T_{car,i,n}\} \quad (128)$$

$T_{car,i,n}$  : ゾーン*i*における医療施設*n*までの自動車所要時間

$MINTIRYOU_i$  : ゾーン*i*における最寄り医療施設所要時間

③ゾーン別医療アクセス圏人口

ゾーン別医療アクセス圏人口は、以下の式により求める。

$$ACCJIRYOU_i = ZNJ_i \times FLGIRYOU_i \quad (129)$$

$FLGIRYOU_i$  : 医療アクセス圏フラグ

( $MINTIRYOU_i \leq TLMTIR$  の場合[1]、その他[0])

$TLMTIR$  : 医療アクセス限界時間

$ACCJIRYOU_i$  : ゾーン別医療アクセス圏人口

④医療アクセス圏人口割合

医療アクセス圏人口割合は、以下の式により求める。

$$RACCJIRYOU = \frac{\sum_i ACCJIRYOU_i}{\sum_i ZNJ_i} \quad (130)$$

$RACCJIRYOU$  : 医療アクセス圏人口割合

23) 高齢者の医療施設公共交通アクセス

①ゾーン別高齢者数

65歳以上人口の総和により、ゾーン別高齢者数を算出する。

$$ZONJ_i = \sum_{h'} NJ_{h'i} \quad (131)$$

$NJ_{h'i}$  : ゾーン*i*における65歳以上年齢階層*h'*の人口

$ZONJ_i$  : ゾーン*i*における65歳以上人口

②ゾーン別医療公共交通アクセス所要時間

ゾーン別医療公共交通所要時間は、以下の式により求める。

$$MINPTIRYOU_i = \min_n \{T_{bus,i,n}, T_{train,i,n}\} \quad (132)$$

$T_{bus,i,n}$  : ゾーン*i*における医療施設*n*までのバス所要時間

$T_{train,i,n}$  : ゾーン*i*における医療施設*n*までの鉄軌道所要時間

$MINPTIRYOU_i$  : ゾーン*i*における医療施設公共交通アクセス限界時間

③ゾーン別医療アクセス圏高齢者数

ゾーン別医療公共交通アクセス圏高齢者数は、以下の式により求める。

$$ACCONJPTIRYOU_i = ZONJ_i \times FLGPTIRYOU_i \quad (133)$$

$ACCONJPTIRYOU_i$  : ゾーン別医療公共交通アクセス圏高齢者数

$TLMTPTIR$  : 医療公共交通アクセス限界時間

$FLGPTIRYOU_i$  : 医療公共交通アクセス圏フラグ

( $MINPTIRYOU_i \leq TLMTPTIR$  の場合[1]、その他[0])

④医療公共交通アクセス圏高齢者数

医療公共交通アクセス圏高齢者数は、以下の式により求める。

$$TACCONJPTIRYOU = \sum_i ACCONJPTIRYOU_i \quad (134)$$

$TACCONJPTIRYOU$  : 医療公共交通アクセス圏高齢者数

⑤医療公共交通アクセス圏高齢者割合

医療公共交通アクセス圏高齢者人口割合は、以下の式により求める。

$$RACCONJPTIRYOU = \frac{TACCONJPTIRYOU}{\sum_i ZONJ_i} \quad (135)$$

*RACCONJPTIRYOU* : 医療公共交通アクセス圏高齢者割合



#### 4-5 「環境」の指標の算定方法

環境に関する指標の算出方法は以下のとおりである。

表 16 「環境」の指標の算定方法

評価指標	算定単位	算定方法	
運輸部門からのCO <sub>2</sub> 排出量	都市全体	$\Sigma$ (リンク別自動車交通量 × リンク長 × 速度別 CO <sub>2</sub> 排出原単位)	
民生・産業部門からのCO <sub>2</sub> 排出量	ゾーン	右のゾーン内集計	$\Sigma$ (CO <sub>2</sub> 排出負荷ゾーン区分*別用途別建物延床面積 × 建物エネルギー負荷原単位 × 熱源設備総合エネルギー効率 × ガス電力比率 × エネルギー種別排出係数)  ※CO <sub>2</sub> 排出負荷ゾーン区分は用途指定と土地利用現状 (具体的には都市計画基礎調査での用途別建物延べ床面積) から設定されるゾーン区分。
	都市全体	右の全体集計	
みどりのCO <sub>2</sub> 固定量・吸収量	都市全体	(森林+原野) 面積 (ha) × CO <sub>2</sub> 固定量原単位 (t-CO <sub>2</sub> /ha・年)	
自動車部門からのNO <sub>x</sub> 排出量	都市全体	$\Sigma$ (リンク別交通量 × リンク長 × 速度別 NO <sub>x</sub> 排出原単位)	
緑農地比率	都市全体	(森林+原野+農地) 面積 ÷ 総面積	
運輸部門での燃料消費量	都市全体	$\Sigma$ (リンク別交通量 × リンク長 × 速度別 CO <sub>2</sub> 排出原単位 ÷ ガソリン 1L あたり CO <sub>2</sub> 排出量)	
民生・産業部門での燃料消費量 (灯油換算)	ゾーン	右のゾーン内集計	$\Sigma$ (CO <sub>2</sub> 排出負荷ゾーン区分*別用途別建物延床面積 × 建物エネルギー負荷原単位 ÷ 灯油 1L 燃烧エネルギー)
	都市全体	右の全体集計	

24) CO2 排出量（運輸部門）

①運輸部門 CO2 排出量

運輸部門 CO2 排出量は、以下の式により求める。

$$TUCO2 = \sum_l (CO2AU_l + CO2TU_l + CO2AD_l + CO2TD_l) \quad (136)$$

$$CO2AU_l = KU_l \times LL_l \times RAUTO \times RAU_l / 1000 \quad (137)$$

$$CO2TU_l = KU_l \times LL_l \times (1 - RAUTO) \times RTU_l / 1000 \quad (138)$$

$$CO2AD_l = KD_l \times LL_l \times RAUTO \times RAD_l / 1000 \quad (139)$$

$$CO2TD_l = KD_l \times LL_l \times (1 - RAUTO) \times RTD_l / 1000 \quad (140)$$

$$RAU_l = PCO2A1 / VU_l + PCO2A2 \times VU_l + PCO2A3 \times VU_l^2 + PCO2A4 \quad (141)$$

$$RTU_l = PCO2T1 / VU_l + PCO2T2 \times VU_l + PCO2T3 \times VU_l^2 + PCO2T4 \quad (142)$$

$$RAD_l = PCO2A1 / VD_l + PCO2A2 \times VD_l + PCO2A3 \times VD_l^2 + PCO2A4 \quad (143)$$

$$RTD_l = PCO2T1 / VD_l + PCO2T2 \times VD_l + PCO2T3 \times VD_l^2 + PCO2T4 \quad (144)$$

ただし、 $VU_l < 20, VD_l < 20$  の場合、 $VU_l = 20, VD_l = 20$  とする。

$CO2AU_l, CO2AD_l$  : リンク  $l$  における乗用車上り、下り CO2 排出量

$CO2TU_l, CO2TD_l$  : リンク  $l$  における大型車上り、下り CO2 排出量

$TUCO2$  : 運輸部門 CO2 排出量

$KU_l, KD_l$  : リンク  $l$  における上り、下り交通量

$VU_l, VD_l$  : リンク  $l$  における上り、下り速度

$LL_l$  : リンク  $l$  における延長

$RAUTO$  : 乗用車比率

$RAU_l, RAD_l$  : リンク  $l$  における乗用車上り、下り CO2 排出量原単位

$RTU_l, RTD_l$  : リンク  $l$  における大型車上り、下り CO2 排出量原単位

$PCO2A1, PCO2A2, PCO2A3, PCO2A4$  : 乗用車排出量原単位パラメータ

$PCO2T1, PCO2T2, PCO2T3, PCO2T4$  : 大型車排出量原単位パラメータ

25) CO2 排出量（民生産業部門）

①ゾーン別民生産業部門 CO2 排出量

ゾーン別民生産業部門 CO2 排出量は、以下の式により求める。

$$MCO2_i = RCO2_i + CCO2_i + BCO2_i \quad (145)$$

$$RCO2_i = HPCO2_{FLGHCO2_i} \times RFA_i \quad (146)$$

$$CCO2_i = CPCO2_{FLGCCO2_i} \times CFA_i \times \frac{CNB_i}{CBNB_i} \quad (147)$$

$$BCO2_i = BPCO2_{FLGBCO2_i} \times CFA_i \times \frac{1 - CNB_i}{CBNB_i} \quad (148)$$

$RCO2_i$  : ゾーン*i*における住宅系 CO2 排出量

$CCO2_i$  : ゾーン*i*における商業系 CO2 排出量

$BCO2_i$  : ゾーン*i*における業務系 CO2 排出量

$MCO2_i$  : ゾーン*i*における民生産業部門 CO2 排出量

$RFA_i$  : ゾーン*i*における住宅床面積

$CFA_i$  : ゾーン*i*における商業床面積

$CNB_i$  : ゾーン*i*における小売・サービス業従業者数

$CBNB_i$  : ゾーン*i*における 3 次産業従業者数

$HPCO2_n$  : 住宅 CO2 排出タイプフラグ *n* に対する住宅床面積当たり  
CO2 排出量 (t-CO2/m2)

$CPCO2_n$  : 商業 CO2 排出タイプフラグ *n* に対する商業床面積当たり  
CO2 排出量 (t-CO2/m2)

$BPCO2_n$  : 業務 CO2 排出タイプフラグ *n* に対する業務床面積当たり  
CO2 排出量 (t-CO2/m2)

$FLGHCO2_i$  : ゾーン*i*における住宅 CO2 排出タイプフラグ

$FLGCCO2_i$  : ゾーン*i*における商業 CO2 排出タイプフラグ

$FLGBCO2_i$  : ゾーン*i*における業務 CO2 排出タイプフラグ

②民生産業部門 CO2 排出量

民生部門 CO2 排出量は、以下の式により求める。

$$TMCO2 = TRCO2 + TCCO2 + TBCO2 \quad (149)$$

$$TRCO2 = \sum_i RCO2_i \quad (150)$$

$$TCCO2 = \sum_i CCO2_i \quad (151)$$

$$TBCO2 = \sum_i BCO2_i \quad (152)$$

*TRCO2* : 住宅系 CO2 排出量  
*TCCO2* : 商業系 CO2 排出量  
*TBCO2* : 業務系 CO2 排出量  
*TMCO2* : 民生産業部門 CO2 排出量

## 26) みどりの CO2 固定量・吸収量

### ① みどりの CO2 固定量

みどりの CO2 固定量は以下の式によって求める。

$$TGSCO2 = GSCO2PRM \times \sum_i ZFR_i \quad (153)$$

*ZFR<sub>i</sub>* : ゾーン*i*における森林原野面積

*GSCO2PRM* : 森林単位面積あたり CO2 固定量原単位 ( t -CO2/ha/年)

*TGSCO2* : CO2 固定量

## 27) NOx 排出量

### ① リンク別 NOx 排出量

リンク別 NOx 排出量は、以下の式により求める。

$$LNOX_l = NOXAU_l + NOXTU_l + NOXAD_l + NOXTD_l \quad (154)$$

$$NOXAU_l = KU_l \times LL_l \times RAUTO \times PAU_l / 1000 \quad (155)$$

$$NOXTU_l = KU_l \times LL_l \times (1 - RAUTO) \times PTU_l / 1000 \quad (156)$$

$$NOXAD_l = KD_l \times LL_l \times RAUTO \times PAD_l / 1000 \quad (157)$$

$$NOXTD_l = KD_l \times LL_l \times (1 - RAUTO) \times PTD_l / 1000 \quad (158)$$

$$PAU_l = PNOXA(VU_l) \quad (159)$$

$$PTU_l = PNOXT(VU_l) \quad (160)$$

$$PAD_l = PNOXA(VD_l) \quad (161)$$

$$PTD_l = PNOXT(VD_l) \quad (162)$$

*NOXAU<sub>l</sub>*, *NOXAD<sub>l</sub>* : リンク*l*における乗用車上り、下り Nox 排出量

*NOXTU<sub>l</sub>*, *NOXTD<sub>l</sub>* : リンク*l*における大型車上り、下り Nox 排出量

*LNOX<sub>l</sub>* : リンク*l*における Nox 排出量

*KU<sub>l</sub>*, *KD<sub>l</sub>* : リンク*l*における上り、下り交通量

*VU<sub>l</sub>*, *VD<sub>l</sub>* : リンク*l*における上り、下り速度

*LL<sub>l</sub>* : リンク*l*における延長

*RAUTO* : 乗用車比率

*PAU<sub>l</sub>*, *PAD<sub>l</sub>* : リンク*l*における乗用車上り、下り Nox 原単位

*PTU<sub>l</sub>*, *PTD<sub>l</sub>* : リンク*l*における大型車上り、下り Nox 原単位

*PNOXA(vn)* : 速度 *vn* に対する小型車類 Nox 原単位

$PNOXT(vn)$  : 速度  $vn$  に対する大型車類 Nox 原単位

リンク速度を 10 k m/h 単位に四捨五入し、該当する原単位を用いる。

ただし、 $VU_l < 20, VD_l < 20$  の場合、 $VU_l = 20, VD_l = 20$ 、

$VU_l > 110, VD_l > 110$  の場合、 $VU_l = 110, VD_l = 110$  とする。

## ②NOx 排出量

Nox 排出量は、以下の式により求める。

$$TNOX = \sum_l LNOX_l \quad (163)$$

$TNOX$  : Nox 排出量

## ③ゾーン別 NOx 排出量

ゾーン別 NOx 排出量は、ゾーン  $i$  に含まれるリンク  $l$  について集計し、以下の式により求める。

$$ZNOX_i = \sum_{l \in i} LNOX_l \quad (164)$$

$ZNOX_i$  : ゾーン  $i$  における Nox 排出量

## 28) 緑農地化率

### ①総緑農地面積

総緑農地面積は以下の式によって求める。

$$TGA = \sum_i (ZAG_i + ZFR_i) \quad (165)$$

$ZAG_i$  : ゾーン  $i$  における農地面積

$ZFR_i$  : ゾーン  $i$  における森林原野面積

$TGA$  : 総緑農地面積

### ②緑農地比率

緑農地比率は以下の式によって求める。

$$TRGA = \frac{TGA}{\sum_i ZA_i} \quad (166)$$

$ZA_i$  : ゾーン  $i$  の面積

$TRGA$  : 緑農地比率

29) 燃料消費量（運輸部門）

①乗用車・大型車 CO2 排出量

乗用車・大型車 CO2 排出量は、以下の式により求める。

$$CO2AU_l = KU_l \times LL_l \times RAUTO \times RAU_l / 1000 \quad (167)$$

$$CO2TU_l = KU_l \times LL_l \times (1 - RAUTO) \times RTU_l / 1000 \quad (168)$$

$$CO2AD_l = KD_l \times LL_l \times RAUTO \times RAD_l / 1000 \quad (169)$$

$$CO2TD_l = KD_l \times LL_l \times (1 - RAUTO) \times RTD_l / 1000 \quad (170)$$

$$RAU_l = PCO2A1 / VU_l + PCO2A2 \times VU_l + PCO2A3 \times VU_l^2 + PCO2A4 \quad (171)$$

$$RTU_l = PCO2T1 / VU_l + PCO2T2 \times VU_l + PCO2T3 \times VU_l^2 + PCO2T4 \quad (172)$$

$$RAD_l = PCO2A1 / VD_l + PCO2A2 \times VD_l + PCO2A3 \times VD_l^2 + PCO2A4 \quad (173)$$

$$RTD_l = PCO2T1 / VD_l + PCO2T2 \times VD_l + PCO2T3 \times VD_l^2 + PCO2T4 \quad (174)$$

ただし、 $VU_l < 20, VD_l < 20$  の場合、 $VU_l = 20, VD_l = 20$  とする。

$CO2AU_l, CO2AD_l$  : リンク  $l$  における乗用車上り、下り CO2 排出量

$CO2TU_l, CO2TD_l$  : リンク  $l$  における大型車上り、下り CO2 排出量

$KU_l, KD_l$  : リンク  $l$  における上り、下り交通量

$VU_l, VD_l$  : リンク  $l$  における上り、下り速度

$LL_l$  : リンク  $l$  における延長

$RAUTO$  : 乗用車比率

$RAU_l, RAD_l$  : リンク  $l$  における乗用車上り、下り CO2 排出量原単位

$RTU_l, RTD_l$  : リンク  $l$  における大型車上り、下り CO2 排出量原単位

$PCO2A1, PCO2A2, PCO2A3, PCO2A4$  : 乗用車排出量原単位パラメータ

$PCO2T1, PCO2T2, PCO2T3, PCO2T4$  : 大型車排出量原単位パラメータ

②ガソリン消費量

ガソリン消費量は、以下の式により求める。

$$GSL = \sum_l (CO2AU_l + CO2AD_l) / PGSLCO2 \quad (175)$$

$PGSLCO2$  : ガソリン 1 リットル当たり CO2 排出量 (kg/リットル)

$GSL$  : ガソリン消費量 (リットル/日)

### ③軽油消費量

軽油消費量は、以下の式により求める。

$$LGH = \sum_i (CO2TU_i + CO2TD_i) / PLGHCO2 \quad (176)$$

$PLGHCO2$  : 軽油 1 リットル当たり CO2 排出量 (kg/リットル)

$LGH$  : 軽油消費量 (リットル/日)

## 30) 燃料消費量 (民生産業部門)

### ①ゾーン別民生産業部門燃料消費量

ゾーン別民生産業部門燃料消費量は、以下の式により求める。

$$MFL_i = RFL_i + CFL_i + BFL_i \quad (177)$$

$$RFL_i = HPFL_{FLGHFL_i} \times RFA_i \quad (178)$$

$$CFL_i = CPFL_{FLGCFL_i} \times CFA_i \times \frac{CNB_i}{CBNB_i} \quad (179)$$

$$BFL_i = BPFL_{FLGBFL_i} \times CFA_i \times \frac{1 - CNB_i}{CBNB_i} \quad (180)$$

$RFL_i$  : ゾーン*i*における住宅系燃料消費量

$CFL_i$  : ゾーン*i*における商業系燃料消費量

$BFL_i$  : ゾーン*i*における業務系燃料消費量

$MFL_i$  : ゾーン*i*における民生産業部門燃料消費量

$RFA_i$  : ゾーン*i*における住宅床面積

$CFA_i$  : ゾーン*i*における商業床面積

$CNB_i$  : ゾーン*i*における小売・サービス業従業者数

$CBNB_i$  : ゾーン*i*における3次産業従業者数

$HPFL_n$  : 住宅燃料消費タイプフラグ  $n$  に対する住宅床面積当たり  
灯油換算燃料消費量 (L/m<sup>2</sup>)

$CPFL_n$  : 商業燃料消費タイプフラグ  $n$  に対する商業床面積当たり  
灯油換算燃料消費量 (L/m<sup>2</sup>)

$BPFL_n$  : 業務燃料消費タイプフラグ  $n$  に対する業務床面積当たり  
灯油換算燃料消費量 (L/m<sup>2</sup>)

$FLGHFL_i$  : ゾーン*i*における住宅燃料消費タイプフラグ

$FLGCFL_i$  : ゾーン*i*における商業燃料消費タイプフラグ

$FLGBFL_i$  : ゾーン*i*における業務燃料消費タイプフラグ

②民生産業部門燃料消費量

民生部門燃料消費量は、以下の式により求める。

$$TMFL = TRFL + TCFL + TBFL \quad (181)$$

$$TRFL = \sum_i RFL_i \quad (182)$$

$$TCFL = \sum_i CFL_i \quad (183)$$

$$TBFL = \sum_i BFL_i \quad (184)$$

*TMFL* : 住宅系燃料消費量

*TRFL* : 商業系燃料消費量

*TCFL* : 業務系燃料消費量

*TBFL* : 民生産業部門燃料消費量



#### 4-6 「活力」の指標の算定方法

活力に関する指標の算出方法は以下のとおりである。

表 17 「活力」の指標の算定方法

評価指標	算定単位	算定方法
従業者数	ゾーン	ゾーン別従業者数
	都市全体	従業者数のゾーン分布状況
中心市街地来街者数	都市全体	中心市街地ゾーンへの着トリップ数（全目的・私用目的） 注：中心市街地ゾーンをあらかじめ設定すること
トリップあたり所要時間（時間短縮・定時性確保）	都市全体	総トリップ時間÷総トリップ数
主要観光施設間の所要時間	都市全体	ゾーン間道路時間距離表による主要観光施設間 注：評価対象とする主要観光施設をあらかじめ設定すること
地代合計	都市全体	$\Sigma$ （住宅地代×住宅地利用面積＋商業地代×商業地利用面積）

#### 31) 従業者数

##### ①ゾーン別従業者数

ゾーン別従業者数は、以下の式により求める。

$$ZNB_i = \sum_h NB_{hi} \quad (185)$$

$NB_{hi}$  : ゾーン*i*における産業区分*h*の従業者数

$ZNB_i$  : ゾーン*i*における従業者数

#### 32) トリップ平均所要時間

##### ①全手段トリップ平均所要時間

全手段別トリップ平均所要時間は、以下の式により求める。

$$TSATRPT = \frac{\sum_m \sum_s \sum_i \sum_j (OD_{msij} \times T_{sij})}{\sum_m \sum_s \sum_i \sum_j OD_{msij}} \quad (186)$$

$OD_{msij}$  : ゾーン*ij*間における目的*m*交通手段*s*の交通量

$T_{sij}$  : ゾーン*ij*間における交通手段*s*の所要時間

$TSATRPT$  : ゾーン*i*における目的*m*の平均所要時間

### 33) 中心市街地来街者数

#### ①全目的中心市街地来街者数

全目的での中心市街地来街者数は、 $FLGSGC_j = 1$  の場合のみについて、以下の式により求める。

$$TSCGOD = \sum_m \sum_s \sum_i \sum_j OD_{msij} \quad (187)$$

$OD_{msij}$  : ゾーン  $ij$  間における目的  $m$  交通手段  $s$  の交通量

$FLGSGC_j$  : 中心市街地フラグ、ゾーン  $j$  が中心市街地の場合[1]、その他[0]

$TSCGOD$  : 全目的中心市街地来街者数

#### ②私用目的中心市街地来街者数

私用目的での中心市街地来街者数は、 $FLGSGC_j = 1$  の場合のみについて、以下の式により求める。

$$FSCGOD = \sum_{m=FM} \sum_s \sum_i \sum_j OD_{msij} \quad (188)$$

$FM$  : 私用目的番号

$FSCGOD$  : 私用目的中心市街地来街者数

### 34) 主要観光施設間アクセス

#### ①主要観光地間時間距離

主要観光地の所在ゾーンを指定することで、評価対象となる OD ペアを特定し、その OD ペアの自動車所要時間を出力する。

$$STCAR_{n1,n2} = T_{car,n1,n2} \quad (189)$$

$T_{car,n1,n2}$  : 主要観光地  $n1$ 、 $n2$  間の自動車所要時間

$STCAR_{n1,n2}$  : 主要観光地  $n1$ 、 $n2$  間の時間距離

### 35) 地代合計

#### ① ゾーン別住宅地代合計

ゾーン*i*における住宅地代合計ゾーン別合計は、以下の式により求める。

$$ZTRLP_i = RLP_i \times RLA_i \quad (190)$$

$RLP_i$  : ゾーン*i*における住宅地代

$RLA_i$  : ゾーン*i*における住宅地面積

#### ② ゾーン別商業地代合計

ゾーン別商業地代合計は、以下の式により求める。

$$ZTCLP_i = CLP_i \times CLA_i \quad (191)$$

$CLP_i$  : ゾーン*i*における商業地代

$CLA_i$  : ゾーン*i*における商業地面積

$ZTCLP_i$  : ゾーン*i*における商業地代合計

#### ③ ゾーン別地代合計

ゾーン別地代合計は、以下の式により求める。

$$ZTLP_i = ZTRLP_i + ZTCLP_i \quad (192)$$

$ZTLP_i$  : ゾーン*i*における地代合計

#### ④ 住宅地代合計

住宅地代合計は、以下の式により求める。

$$TTRLP = \sum_i ZTRLP_i \quad (193)$$

$TTRLP$  : 住宅地代合計

#### ⑤ 商業地代合計

商業地代合計は、以下の式により求める。

$$TTCLP = \sum_i ZTCLP_i \quad (194)$$

$TTCLP$  : 商業地代合計

#### ⑥ 地代合計

地代合計は、以下の式により求める。

$$TTLP = TTRLP + TTCLP \quad (195)$$

$TTLP$  : 地代合計

#### 4-7 「行政サービスコスト」の算出方法

行政サービスコストに関する指標の算出方法は以下のとおりである。

##### 36) 道路

道路については、道路の維持管理コストを対象として算定を行っている。道路のサービス水準を変更した場合のコストと評価指標の関係性を記述するために、道路の種級が高いほど維持管理コストが高いという道路種別ごとの維持管理コスト原単位を設定する。

##### ①道路維持管理コスト

道路維持管理コストは、以下の式により求める。

$$TCRM = \sum_{LTY} \sum_l (CRM_{LTY} \times LL_{LTY,l}) \quad (196)$$

$LL_{LTY,l}$  : リンクタイプ  $LTY$  であるリンク  $l$  の延長 (km)

$CRM_{LTY}$  : リンクタイプ  $LTY$  に対する道路維持管理コスト原単位  
(千円/km・年)

$TCRM$  : 道路維持管理コスト (千円/年)

##### 37) 訪問介護

訪問介護については、訪問介護給付費に加え、施設配置や都市構造とコストの関係を分析するために移動コストについても算定対象としている。また施設配置数と直接関係する「拠点の維持管理費」についても検討対象としている。

##### ①ゾーン別受給者数

ゾーン別受給者数は、以下の式により求める。

$$KNJ_i = \sum_h (NJ_{hi} \times PCJ_h \times PCH) \quad (197)$$

$NJ_{hi}$  : ゾーン  $i$  における年齢階層  $h$  の人口

$PCJ_h$  : 年齢階層  $h$  における受給者割合

$PCH$  : 年間実受給者数補正係数

$KNJ_i$  : ゾーン  $i$  における受給者数

##### ②ゾーン別訪問介護給付費

訪問介護給付費は、以下の式により求める。

$$ZCC_i = KNJ_i \times PCC \times (1 - PCR) \quad (198)$$

$PCC$  : 受給者一人当たり給付費 (千円/人)

$PCR$  : 介護保険利用者負担率

$ZCC_i$  : ゾーン  $i$  における訪問介護給付費

### ③ゾーン別移動コスト

訪問介護給付費は、以下の式により求める。

$$ZTC_i = KNJ_i \times 12 \times \frac{PTU}{PTC} \times 2 \times MINTKAIGO_i \times \frac{PCT}{1000} \quad (199)$$

$PTU$  : 受給者一人当たり月間利用回数 (回/月)

$PTH$  : ヘルパー一人あたり日対応件数 (件/日)

$PTC$  : 時間価値

$MINTKAIGO_i$  : ゾーン*i*における最寄り介護サービス拠点所要時間

$T_{car,i,ZKAIGO_n}$  : ゾーン*i*における介護サービス拠点*n*までの自動車所要時間

$ZKAIGO_n$  : 介護サービス拠点*n*の所在するゾーン番号

$ZTC_i$  : ゾーン*i*における移動コスト

$PMC$  : 介護サービス拠点一カ所あたりの維持管理コスト (千円)

$ZMC_i$  : ゾーン*i*における拠点維持管理コスト (千円)

### ④ゾーン別拠点維持管理コスト

訪問介護給付費は、 $i = ZKAIGO_n$  の場合のみについて、以下の式により求める。

$$ZMC_i = PMC \quad (200)$$

### ⑤ゾーン別訪問介護サービスコスト

「訪問介護給付費」「移動コスト」「拠点維持管理コスト」の和として、以下の式により求める。

$$ZKC_i = ZCC_i + ZTC_i + ZMC_i \quad (201)$$

$ZKC_i$  : ゾーン*i*における訪問介護サービスコスト (千円)

### ⑥訪問介護給付費、移動コスト、拠点維持管理コスト、訪問介護サービスコスト

訪問介護給付費、移動コスト、拠点維持管理コスト、訪問介護サービスコストは、以下の式により求める。

$$TZCC = \sum_i ZCC_i \quad (202)$$

$$TZTC = \sum_i ZTC_i \quad (203)$$

$$TZMC = \sum_i ZMC_i \quad (204)$$

$$TZKC = \sum_i ZKC_i \quad (205)$$

$TZCC$  : 訪問介護給付費

$TZTC$  : 移動コスト

$TZMC$  : 拠点維持管理コスト

$TZKC$  : 訪問介護サービスコスト

### 38) 公共交通

公共交通については、路線バスの運営補助に関する行政コストを算出する。都市構造予測モデルから得られるリンク別輸送人員をもとに、収入と支出を算出し、その差額から行政サービスコストを算出する。

#### ①リンク別バス交通量

リンク別バス交通量は、以下の式により求める。

$$NBSL_l = BBKU_l + BBKD_l + BRKU_l + BRKD_l \quad (206)$$

$BBKU_l, BBKD_l$  : バスリンク  $l$  における上り、下りバス交通量

$BRKU_l, BRKD_l$  : 鉄道リンク  $l$  における上り、下りバス交通量

#### ②バス走行台キロ

バス走行台キロは、以下の式により求める。

$$NBSL = \sum_l (NBS_l \times LLB_l) \quad (207)$$

ただし、 $NBS_l$  は、以下の通り求める。

・  $BK_l < PBJ^0$  の場合、

$$NBS_l = 0 \quad (208)$$

・  $PBJ^0 < BK_l < PBJ^1$  の場合

$$NBS_l = PBHS \quad (209)$$

・  $PBJ^1 < BK_l < PBJ^2$  の場合

$$NBS_l = INT(BK_l / PBPJ) \quad (210)$$

・  $PBJ^2 < BK_l$  の場合

$$NBS_l = INT(PBJ^2 / PBPJ + (BK_l - PBJ^2) / PBSJ) \quad (211)$$

$NBS_l$  : リンク  $l$  のバス便数 (便/日)

$PBJ^0$  : バス路線廃止基準乗車人員 (人/日)

$PBJ^1$  : 補助による維持基準乗車人員 (人/日)

$PBHS$  : 補助による維持路線の設定便数 (便/日)

$PBJ^2$  : 採算ライン乗車人員 (人/日)

$PBPJ$  : 採算確保状態での1便当たり乗車人員 (人/便)

$PBSJ$  : 高収益1増便当たり乗車人員 (輸送可能乗車人員) (人/便)

### ③経費

経費は、以下の式により求める。

$$TBCOST = PBPC \times NBSL \quad (212)$$

$PBPC$  : 原価 (円/台 km)

$TBCOST$  : 経費 (円)

### ④総輸送人キロ

総輸送人キロは、 $NBSR_i > 0$  の場合のみについて、以下の式により求める。

$$TNBSL = \sum_i (BK_l \times LLB_l) \quad (213)$$

$TNBSL$  : 輸送人キロ (人 km)

### ⑤収入

収入は、以下の式により求める。

$$TBINC = TNBSL \times PBFR \quad (214)$$

$TBINC$  : 収入 (円)

$PBFR$  : 基準賃率 (円/人 km)

$NBS_l$  : リンク  $l$  におけるバス便数 (便)

$LLB_l$  : バスリンク  $l$  の延長 (km)

$NBSL$  : バス走行台キロ (台 km)

### ⑥行政補助コスト

バス収支の赤字に対して一定の補助率で行政が補助をすることとし、 $TBINC < TBCOST$  の場合 (赤字の場合) のみについて、以下の式により求める。

$$BLBS = PBHR \times (TBCOST - TBINC) \quad (215)$$

$BLBS$  : 行政補助コスト (円)

$PBHR$  : 行政補助率

## 39) 小・中学校

小・中学校に関する行政サービスコストについては、児童生徒数、学校数、学級数、スクールバス運行数を算出し、これらに関するコストの合計として算出する。

### ①小学校区別児童数・中学校区別生徒数

小学校区別児童数・中学校区別生徒数は、以下の式により求める。

$$ENJ_{en} = \sum_{i \in en} (NJ_{LANK1,i} \times 0.6) \quad (216)$$

$$JNJ_{jn} = \sum_{i \in jn} (NJ_{LANK1,i} \times 0.2 + NJ_{LANK2,i} \times 0.2) \quad (217)$$

$NJ_{LANK1,i}$  : ゾーン  $i$  における 5~14 歳年齢階層の人口

$NJ_{LANK2,i}$  : ゾーン*i*における15～19歳年齢階層の人口

$ENJ_{en}$  : 小学校区 *en* の児童数

$JNJ_{jn}$  : 中学校区 *jn* の生徒数

### ②小学校区・中学校区別学校数に応じた固定費

小学校区、中学校区別の学校数に応じた固定費は、 $ENJ_{en} \geq PEMJ$ 、および  
 $JNJ_{jn} \geq PJMJ$  の場合のみについて以下の式により求め、それ以外の場合は0とする。

$$EFC_{en} = PEFC \quad (218)$$

$$JFC_{jn} = PJFC \quad (219)$$

$PEFC$  : 小学校固定費 (千円)

$PJFC$  : 中学校固定費 (千円)

$PEMJ$  : 小学校あたり最小児童数

$PJMJ$  : 中学校あたり最小生徒数

$EFC_{en}$  : 小学校区 *en* における学校数に応じた固定費 (千円)

$JFC_{jn}$  : 中学校区 *jn* における学校数に応じた固定費 (千円)

### ③小学校区・中学校区別学級数に応じた変動費

小学校区、中学校区別の学級数に応じた変動費は、以下の式により求める。

$$ECC_{en} = ROUND(ENJ_{en} / PEAJ, 0) \times PECC \quad (220)$$

$$JCC_{jn} = ROUND(JNJ_{jn} / PJAJ, 0) \times PJCC \quad (221)$$

$PEAJ$  : 小学校1学級あたり平均児童数

$PJAJ$  : 中学校1学級あたり平均生徒数

$PECC$  : 小学校1学級あたり変動費 (千円)

$PJCC$  : 中学校1学級あたり変動費 (千円)

$ECC_{en}$  : 小学校区 *en* における学級数に応じた変動費 (千円)

$JCC_{jn}$  : 中学校区 *jn* における学級数に応じた変動費 (千円)

### ④小学校区・中学校区別児童生徒数に応じた変動費

小学校区、中学校区別の児童生徒数に応じた変動費は、以下の式により求める。

$$EJC_{en} = ENJ_{en} \times PEJC \quad (222)$$

$$JJC_{jn} = ENJ_{jn} \times PJJC \quad (223)$$



$PEJC$  : 小学校 1 児童あたり変動費 (千円)

$PJJC$  : 中学校 1 生徒あたり変動費 (千円)

$EJC_{en}$  : 小学校区  $en$  における児童数に応じた変動費 (千円)

$JJC_{jn}$  : 中学校区  $jn$  における生徒数に応じた変動費 (千円)

#### ⑤小学校区・中学校区別送迎バス経費

小学校区、中学校区別の送迎バス経費は、 $ENJ_{en} < PEMJ$  および  $JNJ_{jn} < PJMJ$  の場合についてのみ以下の式により求め、それ以外の場合は 0 とする。

$$EBC_{en} = ROUNDUP(ENJ_{en} / PEBJ, 0) \times PEBC \quad (224)$$

$$JBC_{jn} = ROUNDUP(JNJ_{jn} / PBJJ, 0) \times PJBC \quad (225)$$

$PEBJ$  : 小学校バス 1 台あたり輸送可能児童数

$PBJJ$  : 中学校バス 1 台あたり輸送可能生徒数

$PEBC$  : 小学校送迎バス 1 台あたり経費 (千円)

$PJBC$  : 中学校送迎バス 1 台あたり経費 (千円)

$EBC_{en}$  : 小学校区  $en$  における送迎バス経費 (千円)

$JBC_{jn}$  : 中学校区  $jn$  における送迎バス経費 (千円)

#### ⑥小学校区・中学校区別コスト合計

小学校区、中学校区別のコスト合計は、以下の式により求める。

$$ETC_{en} = EFC_{en} + ECC_{en} + EJC_{en} + EBC_{en} \quad (226)$$

$$JTC_{jn} = JFC_{jn} + JCC_{jn} + JJC_{jn} + JBC_{jn} \quad (227)$$

$ETC_{en}$  : 小学校区  $en$  におけるコスト合計 (千円)

$JTC_{jn}$  : 中学校区  $jn$  におけるコスト合計 (千円)

#### ⑦小学校コスト合計値

学校数に応じた固定費、学級数に応じた変動費、児童生徒数に応じた変動費、送迎バス経費、コスト合計の小学校合計値は、以下の式により求める。

$$TEFC = \sum_{en} EFC_{en} \quad (228)$$

$$TECC = \sum_{en} ECC_{en} \quad (229)$$

$$TEJC = \sum_{en} EJC_{en} \quad (230)$$

$$TEBC = \sum_{en} EBC_{en} \quad (231)$$

$$TETC = \sum_{en} ETC_{en} \quad (232)$$

*TEFC* : 小学校の学校数に応じた固定費

*TECC* : 小学校の学級数に応じた変動費

*TEJC* : 小学校の児童生徒数に応じた変動費

*TEBC* : 小学校の送迎バス経費

*TETC* : 小学校のコスト合計

#### ⑧中学校コスト合計値

学校数に応じた固定費、学級数に応じた変動費、児童生徒数に応じた変動費、送迎バス経費、コスト合計の中学校合計値は、以下の式により求める。

$$TJFC = \sum_{jn} JFC_{jn} \quad (233)$$

$$TJCC = \sum_{jn} JCC_{jn} \quad (234)$$

$$TJJC = \sum_{jn} JJC_{jn} \quad (235)$$

$$TJBC = \sum_{jn} JBC_{jn} \quad (236)$$

$$TJTC = \sum_{jn} JTC_{jn} \quad (237)$$

*TJFC* : 中学校の学校数に応じた固定費

*TJCC* : 中学校の学級数に応じた変動費

*TJJC* : 中学校の児童生徒数に応じた変動費

*TJBC* : 中学校の送迎バス経費

*TJTC* : 中学校のコスト合計

## 5. モデルの実行環境

### 5-1 システム構築の基本方針

#### (1) 使用言語

プログラミングの使用言語は C++を用い記述し、コンパイラは Microsoft VisualC++ 2008 を採用した。メンテナンス性などに考慮したクラスモジュール等を柔軟に設計し、プログラムを実装した。

#### (2) 実行環境

土地利用交通モデルは、Microsoft WindowsXP で動作するよう設計した。プログラムの GUI を持たないコンソールアプリケーションとしメインコントロール部はバッチファイルで記述する。推奨環境は表 18 のとおりである。

表 18 推奨環境

OS	Microsoft WindowsXP/Vista/ 7
CPU	x86 互換 CPU (Intel Core2Duo 以上の CPU を推奨)
メモリー	1GB 以上 PC を推奨

#### (3) 実行方法

モデルへのインプットデータが揃わないなどの場合にも代表値の設定や入力データの過程等によりサブモデルの実行可否を選択せざるを得ない状況に対応できるように、サブプログラムの動作はバッチファイルに記述した実行可否スイッチでフレキシブル制御できるよう工夫した。

各サブモデルに 1 つの実行ファイルを用意するとプログラムの管理が煩雑となるので、1 つの実行ファイルより各サブモデルを呼び出す方法を採用した。

本システムにおいて以上のようなバッチファイルによる実行スイッチの切り替えを採用した理由は、現時点ではユーザーインターフェイスの開発を行っていないものの、サブモデル単位の動作確認や、動作するサブモデルの切り替えを容易に実施することが可能であるためである。

このため、全てのゾーンの形状が同一の場合であっても、ゾーンサイズ調整モジュールの動作に関するバッチファイルの実行スイッチを OFF にすることで、シミュレーションの実施が可能である。

#### (4) 計算時間

本システムを用いた計算実行時の所要時間は、Intel Core2 Duo 3.16GHz CPU 3.25GB RAM の計算機スペックにおいて、土地利用施策ゾーン約 1600、土地利用推計ゾーン約 400、交通推計ゾーン約 100 の仮想都市のケースでは、約 270 分である。また、土地利用施策および土地利用推計ゾーン約 2000、交通推計ゾーン約 300 の実都市において、約 100 分で計算が終了することを確認している。従って、基本的には実用的な時間の範囲で、本システムを用いた計算の実行が可能である。

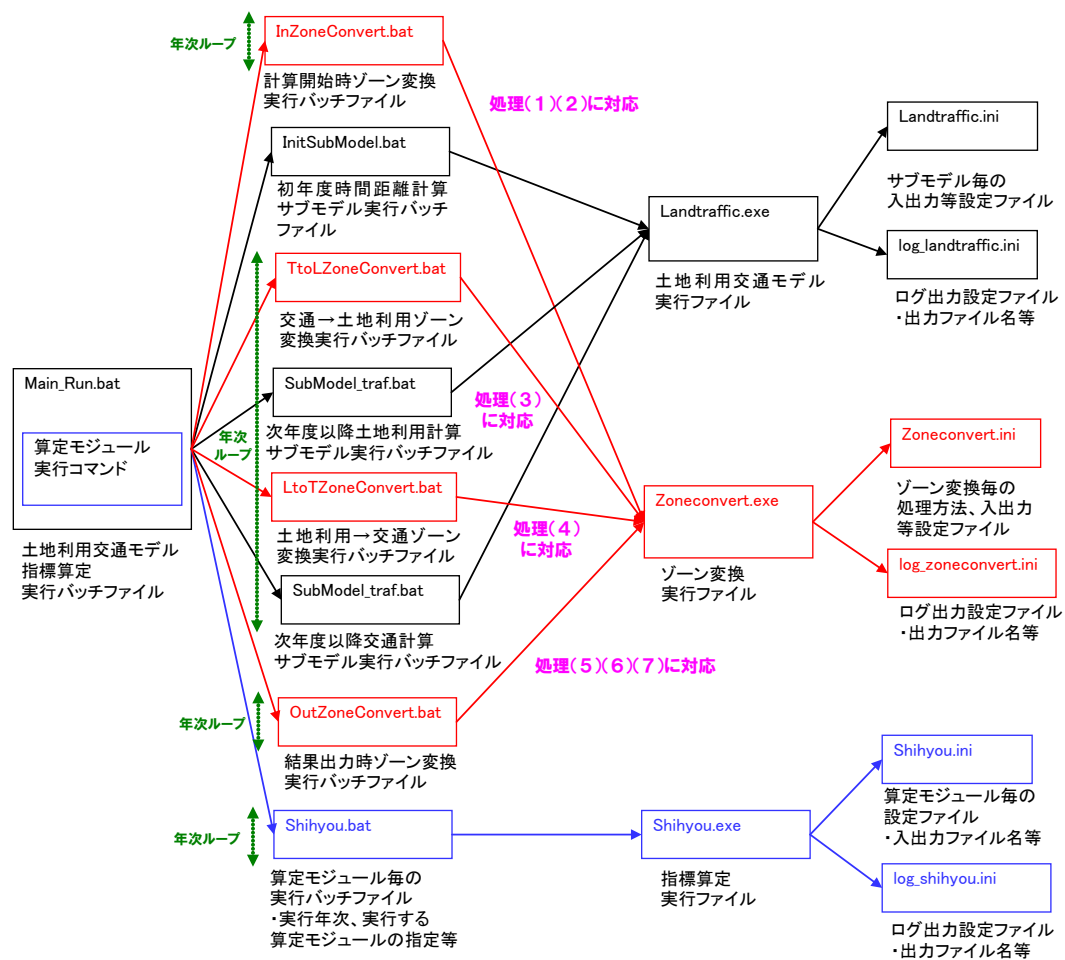
ただし、土地利用施策ゾーンが約 16000 のケースにおいては、交通推計ゾーンから土地利用施策ゾーンへの OD データの変換に関する計算において、所要時間が膨大となり実時間での計算が困難であることが確認されている。これは、OD ペア数はゾーン数の 2 乗であり約 2 億通りと膨大となるためであり、このような大規模計算を実施するには、32bit マシンでは計算が困難である点に留意が必要である。

## 5-2 システム構造

システム構造を図 10 に示す。

モジュールの処理内容については、各処理ケースにおける入出力ゾーン形状、入出力ファイル名、処理対象とする対象データ内容ごとの処理タイプおよび配分指標等を「Zoneconvert.ini」ファイルに記述し、プロトタイプシステム内に保有する。

ゾーンサイズ調整モジュールは分割、統合に関する処理機能の集合体であり、中間ゾーンとの対応ファイルおよび処理内容ファイルに従って数値処理を行い、結果をファイル出力するものとして実装した。



※ 黒字：土地利用交通モデルモジュール  
 青字：指標・コスト算出モジュール  
 赤字：ゾーンサイズ調整モジュール

処理(1)土地利用施策ゾーンから土地利用推計ゾーンへの変換  
 処理(2)土地利用施策ゾーンから交通推計ゾーンへの変換  
 処理(3)交通ネットワークから土地利用推計ゾーンへの変換  
 処理(4)土地利用推計ゾーンから交通推計ゾーンへの変換  
 処理(5)土地利用推計ゾーンから土地利用施策ゾーンへの変換  
 処理(6)交通推計ゾーンから土地利用施策ゾーンへの変換  
 処理(7)交通ネットワークから土地利用施策ゾーンへの変換

図 10 システム構造

### 5-3 処理フロー

都市構造予測モデルおよびゾーンサイズ調整モジュールの処理フローを図 11 に、都市構造評価モデルの処理フローを図 12 に示す。

都市構造予測モデルは、土地利用交通モデルに関する 17 のサブモデル及び 4 つのデータ変換モデルと、それらの間をつなぐゾーンサイズ調整モジュールによって構成される。初期年次及び、終了時に必要なゾーンサイズ変換については複数年次のデータに対して一括で変換処理を行う。土地利用交通モデル及び土地利用推計ゾーンと交通推計ゾーンとのゾーンサイズ調整については、1 年次ごとに複数の処理を繰り返して動作する。

都市構造評価モデルは、各指標及びコストの算出に関する 36 のサブモデルから構成され、これらのモデルが 1 つの年次で動作する。

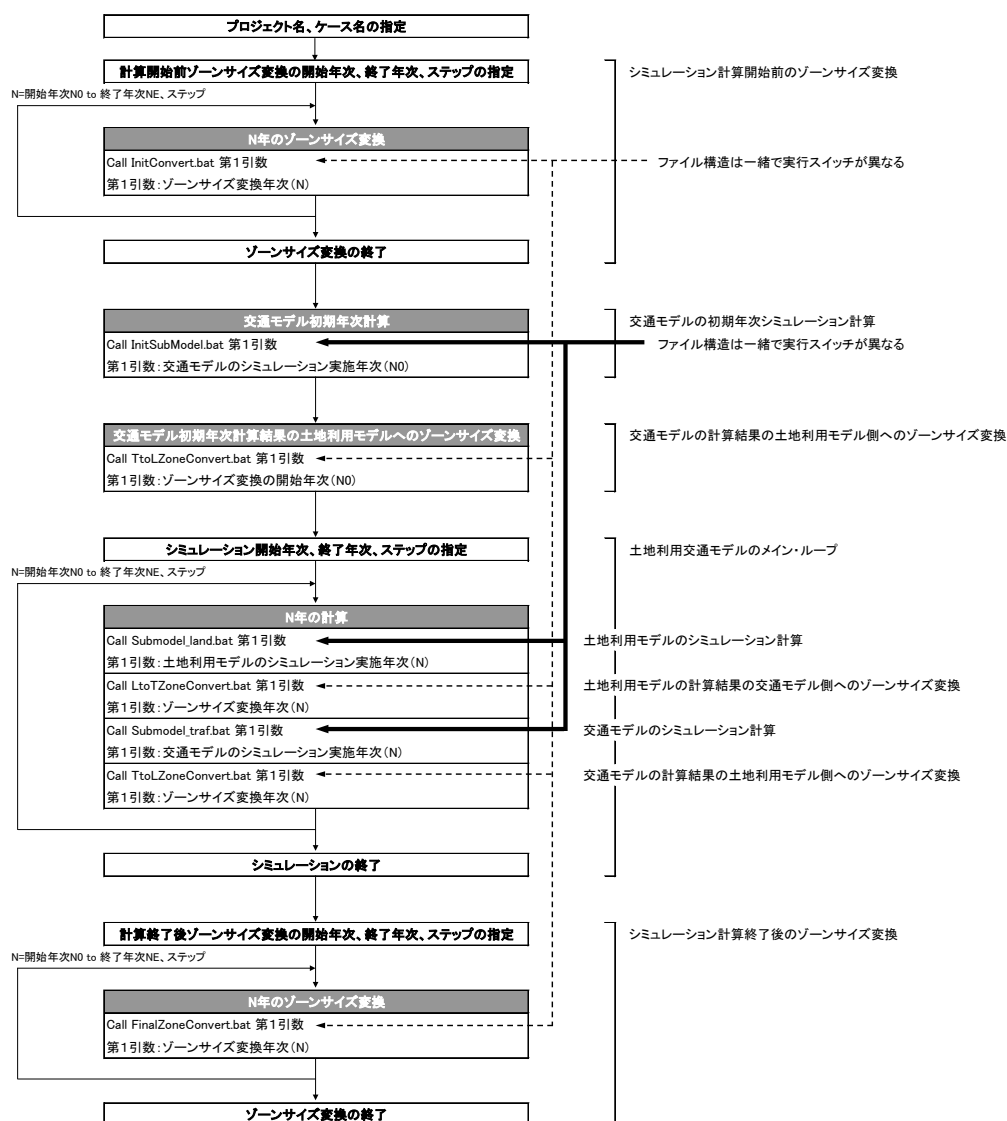


図 11 都市構造予測モデルおよびゾーンサイズ調整モジュールの処理フロー

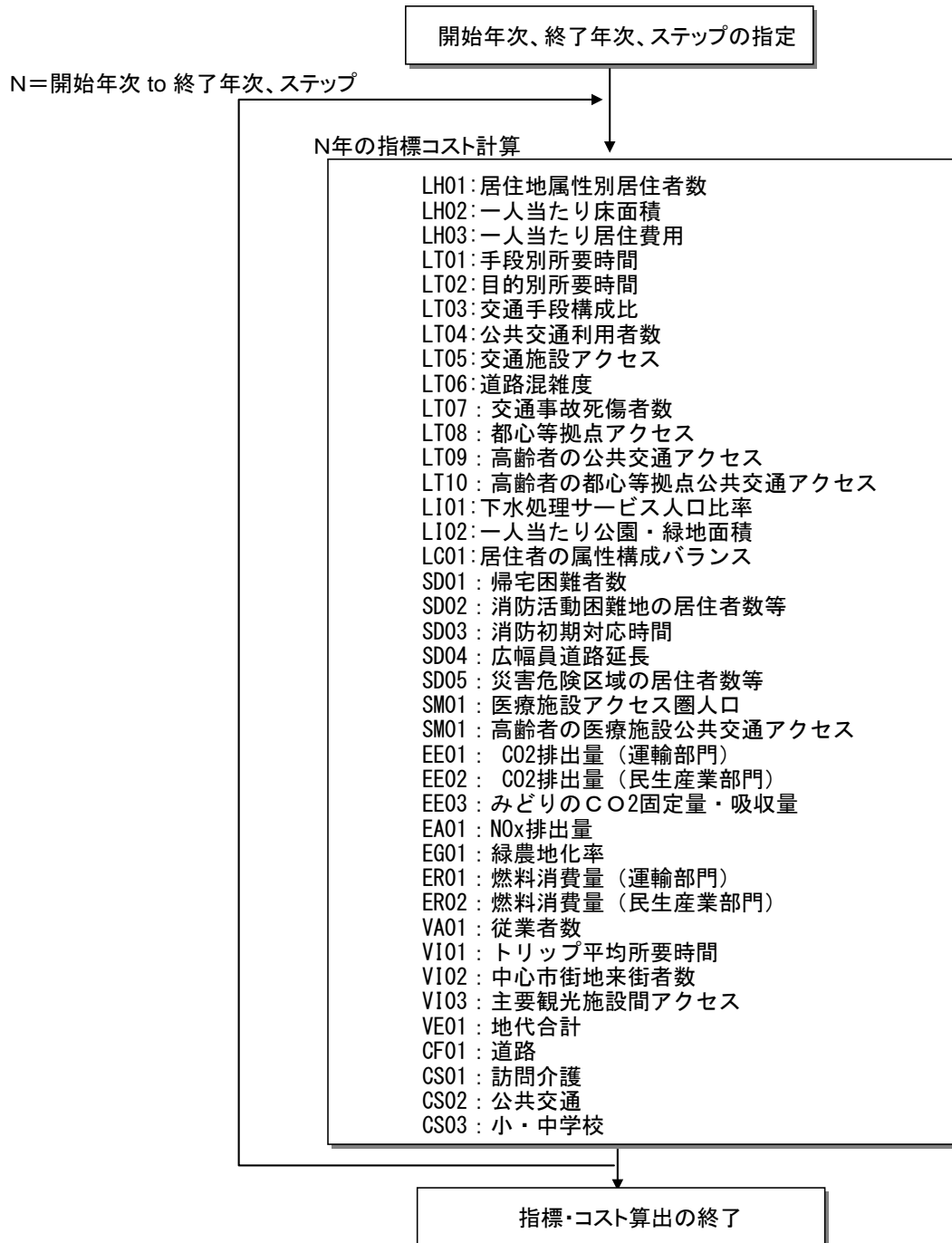


図 12 都市構造評価モデルの処理フロー

#### 5-4 ファイル入出力構造

都市構造予測モデルのうち、土地利用モデルに関するファイルの入出力構造を表 19 に、交通モデルに関するファイルの入出力構造を表 20 に示す。また、都市構造予測モデルについてはファイルの入出力構造が複雑であるため、1 期分の処理および入出力のフローについて、図 13～15 に示す。

また、ゾーンサイズ調整モジュールに関するファイルの入出力構造を表 21 に、都市構造評価モデルにファイルの入出力構造を表 21～23 にそれぞれ示す。

表 19 ファイル入出力構造（土地利用モデル）

サブモデル番号	サブモデル名	入力ファイル			出力ファイル	
		前期	ファイル種類	内容	ファイル種類	内容
土地利用モデル	1 アクセシビリティ	●	外/モ	年齢階層別人口分布	モデル	アクセシビリティ
		●	外/モ	タイプ別世帯分布	モデル	ゾーン交通条件
		●	外/モ	産業別従業者分布		
		●	ZC/モ	所要時間（自動車）		
		●	ZC/モ	所要時間（公共交通）		
	2 土地供給	外生		土地供給パラメータ	モデル	用途別土地面積
		ZC/外		ゾーン土地条件設定		
		ZC/外		ゾーン条件設定		
		外生		土地供給補正項		
		●	外/モ	用途別地代		
	3 床供給	外生		床供給パラメータ	モデル	用途別床面積
		ZC/外		ゾーン条件設定	モデル	床地代下限
		外生		床供給補正項		
		●	外/モ	用途別地代		
		モデル		用途別土地面積		
	4 世帯属性遷移	外生		世帯属性遷移確率	モデル	遷移後タイプ別世帯分布
		●	外/モ	タイプ別世帯分布	モデル	新規発生世帯数
	5 住み替え率設定	外生		世帯タイプ別留保率	モデル	消滅世帯数
		モデル		遷移後タイプ別世帯分布	モデル	住み替え世帯数
		モデル		非住み替え世帯分布	モデル	非住み替え世帯分布
	6 立地選択対象世帯数	外生		年齢別総人口	モデル	立地選択対象世帯数
		外生		人口変換係数		
		モデル		新規発生世帯数		
		モデル		住み替え世帯数		
		モデル		非住み替え世帯分布		
		モデル		用途別土地面積		
	7 家計立地選択	ZC/外		ゾーン条件設定	モデル	タイプ別世帯分布
		外生		家計立地選択パラメータ	モデル	住宅床地代
		外生		家計立地選択補正項	モデル	住宅床面積
		●	外/モ	タイプ別世帯分布		
		モデル		アクセシビリティ		
		モデル		ゾーン交通条件		
		モデル		用途別土地面積		
		モデル		用途別床面積		
		モデル		床地代下限		
		モデル		非住み替え世帯分布		
		モデル		立地選択対象世帯数		
		外生		人口変換係数	モデル	年齢階層別人口分布
		モデル		タイプ別世帯分布		
		モデル		ゾーン条件設定	モデル	産業別従業者分布
9 企業立地選択	外生		従業者数条件設定	モデル	商業床地代	
	外生		企業立地選択パラメータ	モデル	商業床面積	
	外生		企業立地選択補正項			
	●	外/モ	産業別従業者分布			
	モデル		アクセシビリティ			
	モデル		ゾーン交通条件			
	モデル		用途別土地面積			
	モデル		用途別床面積			
	モデル		床地代下限			
	モデル		用途別土地面積			
10 地代	外生		地代パラメータ	モデル	用途別地代	
	外生		地代補正項			
	モデル		用途別土地面積			
	モデル		タイプ別世帯分布			
	モデル		産業別従業者分布			

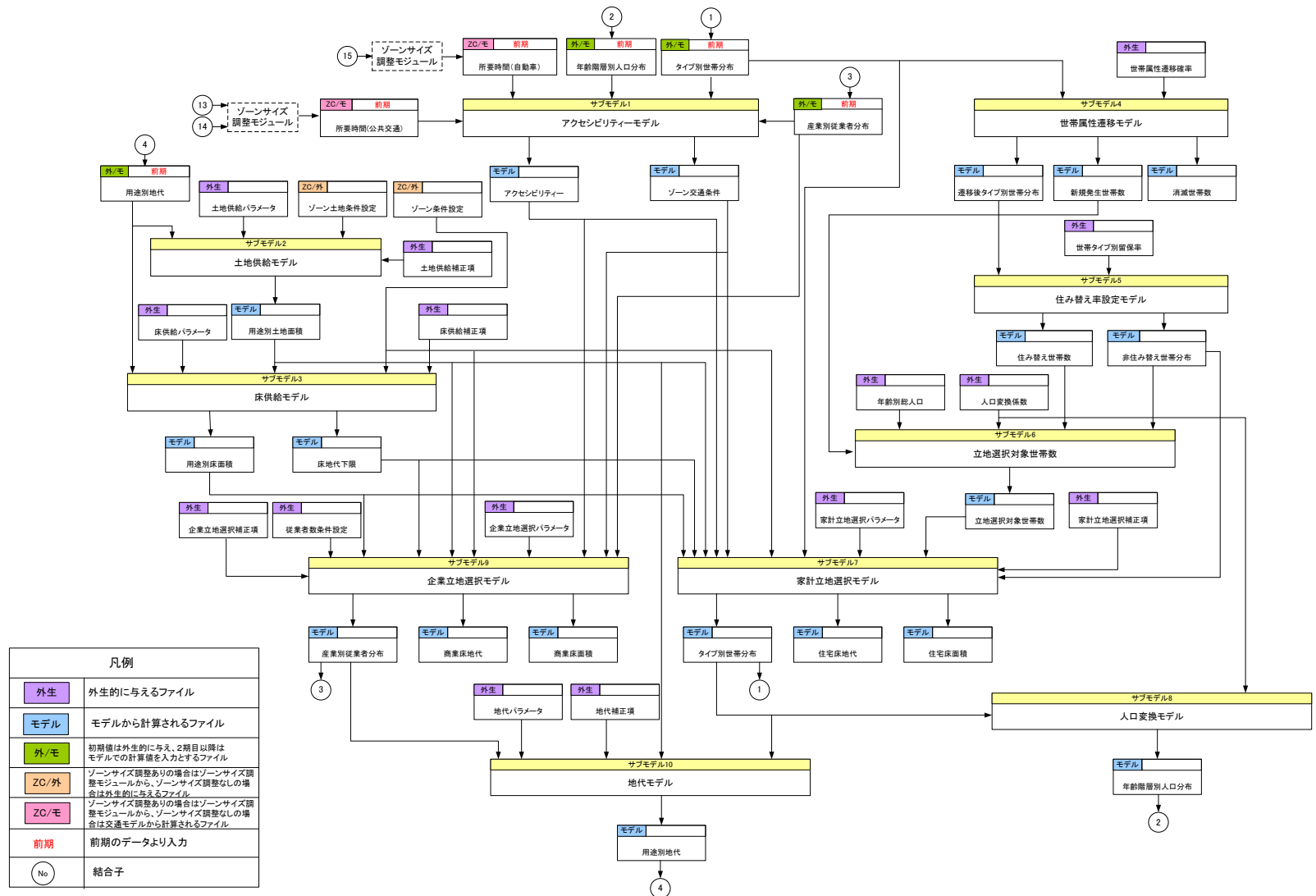
外生, 外：外生ファイル  
 モデル, モ：モデル内生ファイル  
 ZC：ゾーン変換モジュールからの入力ファイル



表 20 ファイル入出力構造 (交通モデル)

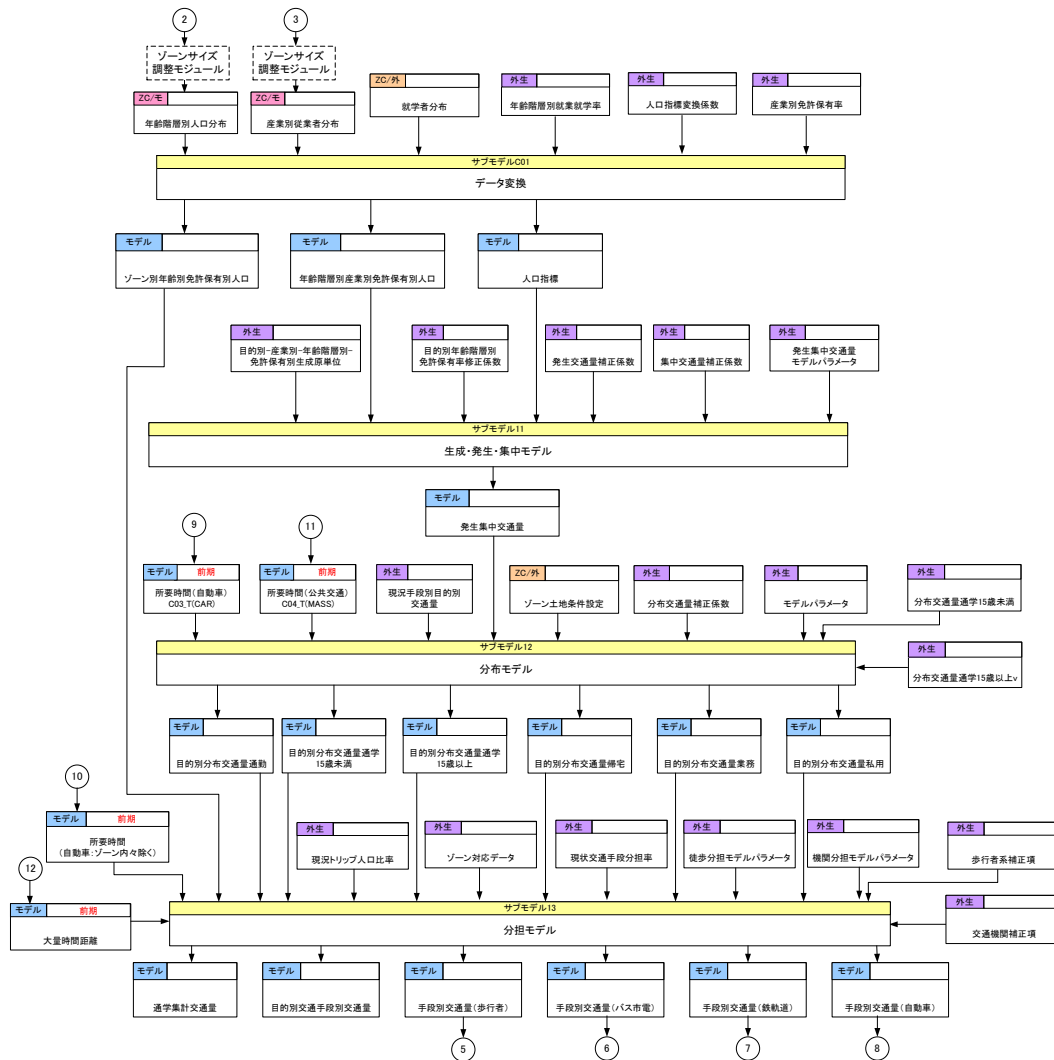
サブモデル番号	サブモデル名	入力ファイル			出力ファイル	
		前期	ファイル種類	内容	ファイル種類	内容
交通モデル (生成・発生集中・分布)	C01 交通モデル用データ変換	外生		年齢階層別就業就学率	モデル	年齢階層別産業別免許保有別人口
		外生		人口指標変換係数	モデル	人口指標
		ZC/外		就学者分布	モデル	ゾーン別年齢別免許保有別人口
		外生		産業別免許保有率		
		ZC/モ		年齢階層別人口分布		
		ZC/モ		産業別従業者分布		
	11 生成・発生・集中モデル	外生		目的別-産業別-年齢階層別-免許保有別生成原単位	モデル	発生集中交通量
		外生		目的別年齢階層別免許保有率補正係数		
		外生		発生交通量補正係数		
		外生		集中交通量補正係数		
		外生		発生集中交通量モデルパラメータ		
		モデル		年齢階層別産業別免許保有別人口		
	12 分布モデル	外生		現況手段別目的別交通量	モデル	目的別分布交通量通勤
		ZC/外		ゾーン土地条件設定	モデル	目的別分布交通量通学15歳未満
		外生		分布交通量補正係数	モデル	目的別分布交通量通学15歳以上
		外生		モデルパラメータ	モデル	目的別分布交通量帰宅
		外生		分布交通量通学15歳未満	モデル	目的別分布交通量業務
		外生		分布交通量通学15歳以上	モデル	目的別分布交通量私用
● モデル			所要時間 (自動車)			
● モデル			所要時間 (公共交通)			
モデル			発生集中交通量			
モデル			ゾーン別年齢別免許保有別人口	モデル	手段別交通量 (歩行者)	
外生			現況トリップ人口比率	モデル	手段別交通量 (バス市電)	
外生			ゾーン対応データ	モデル	手段別交通量 (鉄軌道)	
外生		現況交通手段分担率	モデル	手段別交通量 (自動車)		
外生		徒歩分担モデルパラメータ	モデル	目的別手段別交通量		
外生		機関分担モデルパラメータ	モデル	通学集計交通量		
交通モデル (分担・配分モデル)	13 分担モデル	外生		歩行者系補正項		
		外生		交通機関補正項		
		● モデル		所要時間 (自動車:ゾーン内々除く)		
		● モデル		所要時間 (大量輸送機関)		
		モデル		目的別分布交通量通勤	モデル	手段別交通量 (歩行者)
		モデル		目的別分布交通量通学15歳未満	モデル	手段別交通量 (バス市電)
		モデル		目的別分布交通量通学15歳以上	モデル	手段別交通量 (鉄軌道)
		モデル		目的別分布交通量帰宅	モデル	手段別交通量 (自動車)
		モデル		目的別分布交通量業務	モデル	目的別手段別交通量
		モデル		目的別分布交通量私用	モデル	通学集計交通量
		モデル		ゾーン別年齢別免許保有別人口	モデル	手段別交通量 (歩行者)
		14 配分モデル (歩行者)	外生		歩行者ネットワーク	モデル
	外生			歩行者配分モデルパラメータ	モデル	距離 (歩行者)
	外/モ			手段別交通量 (歩行者)	モデル	所要時間 (歩行者)
	15 配分モデル (バス市電)	外生		バス市電ネットワーク	モデル	所要時間料金含 (歩行者)
		外生		バス市電配分モデルパラメータ	モデル	配分交通量 (バス市電)
		外/モ		手段別交通量 (バス市電)	モデル	距離 (バス市電)
	16 配分モデル (鉄軌道)	外生		鉄軌道ネットワーク	モデル	所要時間 (バス市電)
外生			鉄軌道配分モデルパラメータ	モデル	所要時間料金含 (バス市電)	
外/モ			手段別交通量 (鉄軌道)	モデル	配分交通量 (鉄軌道)	
C02 域外ゾーン拡大変換	外生		域外ゾーン自動車交通量	モデル	距離 (鉄軌道)	
	外/モ		手段別交通量 (自動車)	モデル	所要時間 (鉄軌道)	
	モデル		所要時間料金含 (鉄軌道)	モデル	所要時間料金含 (鉄軌道)	
17 配分モデル (自動車)	外生		自動車ネットワーク	モデル	所要時間 (鉄軌道)	
	外生		自動車配分モデルパラメータ	モデル	所要時間料金含 (鉄軌道)	
	モデル		拡張用交通量 (自動車)	モデル	配分交通量 (拡張自動車)	
C03 データ変換	モデル		配分交通量 (自動車)	モデル	距離 (拡張自動車)	
	外生		大量時間距離ベースデータ	モデル	所要時間 (拡張自動車)	
	モデル		所要時間 (バス市電)	モデル	所要時間料金含 (拡張自動車)	
C04 大量交通時間データ変換	モデル		所要時間 (鉄軌道)	モデル	所要時間 (バス市電)	
	モデル		所要時間 (自動車)	モデル	所要時間 (公共交通)	
	モデル		所要時間 (自動車)	モデル	所要時間 (大量輸送機関)	

外生, 外: 外生ファイル  
 モデル, モ: モデル内生ファイル  
 ZC: ゾーン変換モジュールからの入力ファイル



凡例	
外生	外生的に与えるファイル
モデル	モデルから計算されるファイル
外/モ	初期値は外生的に与え、2期目以降はモデルでの計算値を入力とするファイル
ZC/外	ゾーンサイズ調整ありの場合はゾーンサイズ調整モジュールから、ゾーンサイズ調整なしの場合は外生的に与えるファイル
ZC/モ	ゾーンサイズ調整ありの場合はゾーンサイズ調整モジュールから、ゾーンサイズ調整なしの場合は交通モデルから計算されるファイル
前期	前期のデータより入力
No	結合子

図 13 都市構造予測モデルのファイル入出力構造（土地利用モデル）



凡例	
外生	外生的に与えるファイル
モデル	モデルから計算されるファイル
外/モ	初期値は外生的に与え、2期目以降はモデルでの計算値を入力とするファイル
ZC/外	ゾーンサイズ調整ありの場合はゾーンサイズ調整モジュールから、ゾーンサイズ調整なしの場合は外生的に与えるファイル
ZC/モ	ゾーンサイズ調整ありの場合はゾーンサイズ調整モジュールから、ゾーンサイズ調整なしの場合は交通モデルから計算されるファイル
前期	前期のデータより入力
No	結合子

図 14 都市構造予測モデルのファイル入出力構造 (交通モデル 1 : 生成発生集中・分布・分担)

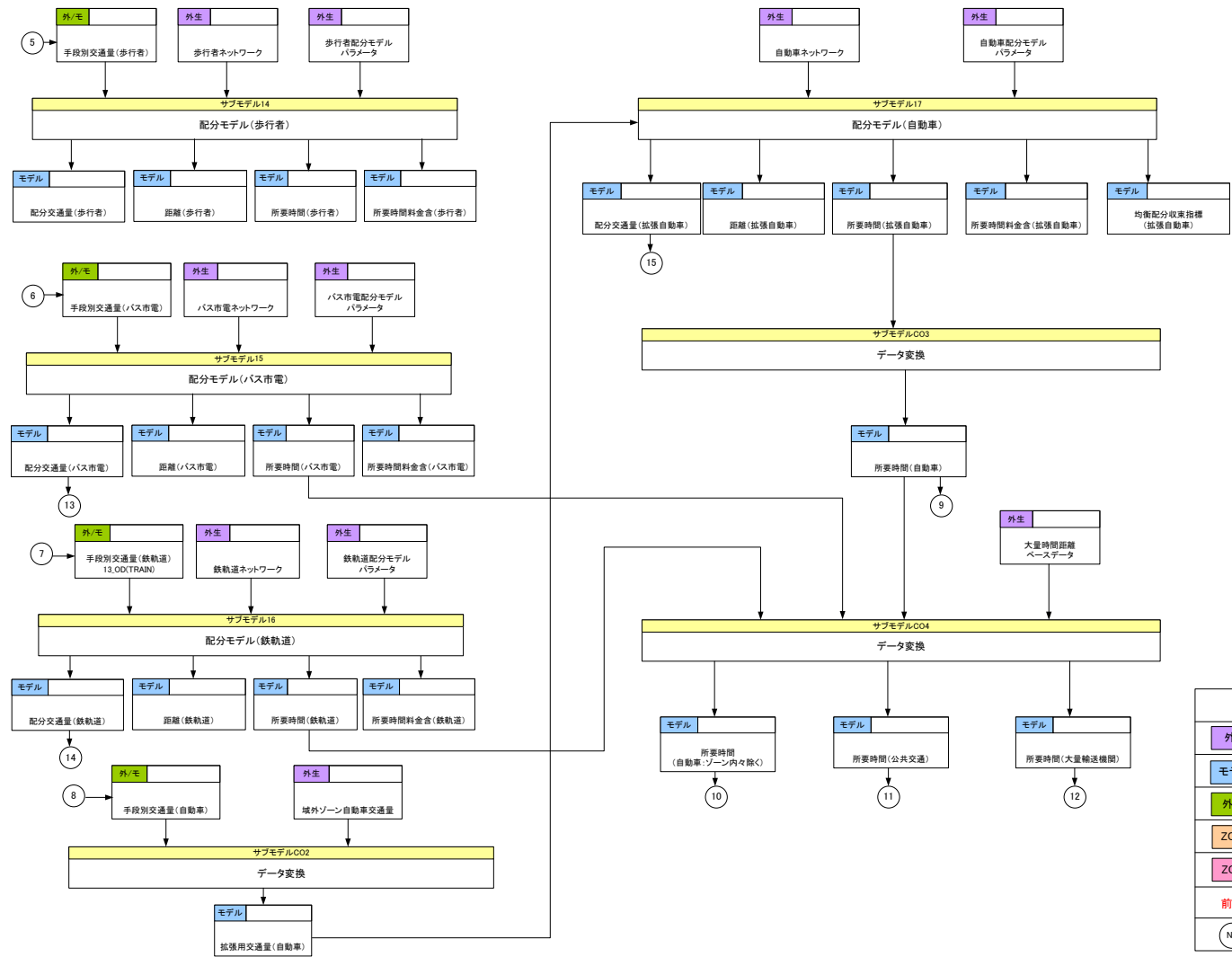


図 15 都市構造予測モデルのファイル入出力構造 (交通モデル 2 : 交通量配分)

凡例	
外生	外生的に与えるファイル
モデル	モデルから計算されるファイル
外/モ	初期値は外生的に与え、2期目以降はモデルでの計算値を入力とするファイル
ZC/外	ゾーンサイズ調整ありの場合はゾーンサイズ調整モジュールから、ゾーンサイズ調整なしの場合は外生的に与えるファイル
ZC/モ	ゾーンサイズ調整ありの場合はゾーンサイズ調整モジュールから、ゾーンサイズ調整なしの場合は交通モデルから計算されるファイル
前期	前期のデータより入力
No	結合子

表 21 ファイル入出力構造（ゾーンサイズ調整）

ゾーン サイズ 調整 処理番号	ゾーンサイズ調整処理 名	処理 ファイル 番号	入カファイル		出カファイル		
			ファ イル 種 類	内 容	内 容		
1	土地利用施策ゾーン →土地利用推計ゾーン	C01	外生	ゾーン土地条件設定	ゾーン土地条件設定		
			外生	ゾーン対応（土地利用施策→土地利用推計）			
			外生	出力データ用ゾーン番号（土地利用推計）			
		C02	外生	ゾーン条件設定	ゾーン条件設定		
			外生	ゾーン対応（土地利用施策→土地利用推計）			
			外生	出力データ用ゾーン番号（土地利用推計）			
2	土地利用施策ゾーン →交通推計ゾーン	C03	外生	ゾーン土地条件設定	ゾーン土地条件設定		
			外生	ゾーン対応（土地利用施策→交通推計）			
			外生	出力データ用ゾーン番号（交通推計）			
		C04	外生	就学者分布	就学者分布		
			外生	ゾーン対応（土地利用施策→交通推計）			
			外生	出力データ用ゾーン番号（交通推計）			
3	交通ネットワーク →土地利用推計ゾーン	C05	モデル	配分交通量（自動車）	所要時間（自動車）		
			外生	ゾーン代表ノード（土地利用推計）			
			外生	配分パラメータ（自動車）ファイル			
			外生	出力データ用ゾーン番号（土地利用推計）			
		C06	モデル	配分交通量（バス市電）	所要時間（公共交通）		
			モデル	配分交通量（鉄軌道）			
			外生	ゾーン代表ノード（土地利用推計）			
			外生	配分パラメータ（バス市電）ファイル			
		4	土地利用推計ゾーン →交通推計ゾーン	C07	モデル	年齢階層別人口分布	年齢階層別人口分布
					外生	ゾーン対応（土地利用推計→交通推計）	
					外生	出力データ用ゾーン番号（交通推計）	
				C08	モデル	産業別従業者分布	産業別従業者分布
外生	ゾーン対応（土地利用推計→交通推計）						
外生	出力データ用ゾーン番号（交通推計）						
5	土地利用推計ゾーン →土地利用施策ゾーン	C09	モデル	用途別土地面積	用途別土地面積		
			外生	ゾーン対応（土地利用推計→土地利用施策）			
			外生	出力データ用ゾーン番号（土地利用施策）			
		C10	モデル	用途別床面積	用途別床面積		
			外生	ゾーン対応（土地利用推計→土地利用施策）			
			外生	出力データ用ゾーン番号（土地利用施策）			
		C11	モデル	タイプ別世帯分布	タイプ別世帯分布		
			外生	ゾーン対応（土地利用推計→土地利用施策）			
			外生	出力データ用ゾーン番号（土地利用施策）			
		C12	モデル	住宅床地代	住宅床地代		
			外生	ゾーン対応（土地利用推計→土地利用施策）			
			外生	出力データ用ゾーン番号（土地利用施策）			
		C13	モデル	住宅床面積	住宅床面積		
			外生	ゾーン対応（土地利用推計→土地利用施策）			
			外生	出力データ用ゾーン番号（土地利用施策）			
		C14	モデル	年齢階層別人口分布	年齢階層別人口分布		
			外生	ゾーン対応（土地利用推計→土地利用施策）			
			外生	出力データ用ゾーン番号（土地利用施策）			
		C15	モデル	産業別従業者分布	産業別従業者分布		
			外生	ゾーン対応（土地利用推計→土地利用施策）			
			外生	出力データ用ゾーン番号（土地利用施策）			
		C16	モデル	商業床地代	商業床地代		
			外生	ゾーン対応（土地利用推計→土地利用施策）			
			外生	出力データ用ゾーン番号（土地利用施策）			
C17	モデル	商業床面積	商業床面積				
	外生	ゾーン対応（土地利用推計→土地利用施策）					
	外生	出力データ用ゾーン番号（土地利用施策）					
C18	モデル	用途別地代	用途別地代				
	外生	ゾーン対応（土地利用推計→土地利用施策）					
	外生	出力データ用ゾーン番号（土地利用施策）					
6	交通ゾーン →土地利用施策ゾーン	C19	モデル	目的別手段別交通量	目的別手段別交通量		
			外生	ゾーン対応（交通推計→土地利用施策）			
			外生	出力データ用ゾーン番号（土地利用施策）			
7	交通ネットワーク →土地利用施策ゾーン	C20	モデル	配分交通量（歩行者）	所要時間（歩行者）		
			外生	ゾーン代表ノード（土地利用施策）			
			外生	配分パラメータ（歩行者）ファイル			
			外生	出力データ用ゾーン番号（土地利用施策）			
		C21	モデル	配分交通量（バス市電）	所要時間（バス市電）		
			外生	ゾーン代表ノード（土地利用施策）			
			外生	配分パラメータ（バス市電）ファイル			
			外生	出力データ用ゾーン番号（土地利用施策）			
		C22	モデル	配分交通量（鉄軌道）	所要時間（鉄軌道）		
			外生	ゾーン代表ノード（土地利用施策）			
			外生	配分パラメータ（鉄軌道）ファイル			
			外生	出力データ用ゾーン番号（土地利用施策）			
C23	モデル	配分交通量（自動車）	所要時間（自動車）				
	外生	ゾーン代表ノード（土地利用施策）					
	外生	配分パラメータ（自動車）ファイル					
	外生	出力データ用ゾーン番号（土地利用施策）					

外生：外生ファイル  
モデル：モデル内生ファイル

表 22 ファイル入出力構造（都市構造評価:1/2）

通し 番号	分野		指標名	入力ファイル		出力ファイル
	大分類	中分類		ファイル 種類	内容	内容
1	暮らし:L	住宅:H	都心周辺居住者数	ZC/M	年齢階層別人口分布	指定ゾーン（駅勢圏等）の人口、全人口に占める割合 一人当たり床面積（全域平均/ゾーン別） 住居費用合計（全域合計/ゾーン別）、一人当たり住居費用（全域平均/ゾーン別）
2			一人当たり床面積	ZC/M	年齢階層別人口分布	
3			一人当たり居住費用	ZC/M	年齢階層別人口分布	
4		交通:T	手段別所要時間	ZC/M	住宅床面積	
				ZC/M	住宅床面積	
				ZC/M	住宅床地代	
				ZC/M	目的別手段別交通量	
				ZC/M	所要時間（歩行者）	
				ZC/M	所要時間（自動車）	
5		目的別所要時間	ZC/M	所要時間（バス市電）		
			ZC/M	所要時間（鉄軌道）		
			ZC/M	目的別手段別交通量		
	ZC/M		所要時間（歩行者）			
6	交通手段構成比	ZC/M	所要時間（自動車）			
		ZC/M	所要時間（バス市電）			
7	公共交通利用者数	ZC/M	所要時間（鉄軌道）			
		ZC/M	目的別手段別交通量			
8	交通施設アクセス	ZC/M	目的別手段別交通量			
		ZC/M	年齢階層別人口分布			
9	道路混雑度	ZC/M	ゾーン条件設定			
		E	リンクゾーン対応			
10	交通事故死傷者数	ZC/M	配分交通量（自動車）			
		E	リンクゾーン対応			
11	都心等拠点アクセス	ZC/M	事故率パラメータ			
		E	道路種別			
		E	リンクゾーン対応			
		ZC/M	年齢階層別人口分布			
		ZC/M	所要時間（歩行者）			
12	インフラ:I	ZC/M	所要時間（自動車）			
		ZC/M	所要時間（バス市電）			
13	一人当たり公園・緑地面積	ZC/M	所要時間（鉄軌道）			
		E	対象拠点			
14	コミュニケーション:C	ZC/M	年齢階層別人口分布			
		E	下水処理サービス人口比率			
安全:S	防災:D	ZC/M	年齢階層別人口分布			
		E	下水道普及率			
		ZC/M	年齢階層別人口分布			
		E	公園緑地・農地・森林面積			
		ZC/M	年齢階層別人口分布			
		E	一人当たり公園緑地面積（全域平均/ゾーン別）			
	16	帰宅困難者数	ZC/M	年齢階層別人口分布		
			ZC/M	所要時間（歩行者）		
			E	帰宅困難者パラメータ		
			ZC/M	タイプ別世帯数分布		
			ZC/M	年齢階層別人口分布		
			E	消火活動困難地フラグ		
17	消防活動困難地の居住者数等	ZC/M	年齢階層別人口分布			
		ZC/M	所要時間（自動車）			
		E	消防署配置			
18	消防初期対応時間	ZC/M	消防署カバー圏パラメータ			
		E	消防署カバー圏人口（全域合計）、 消防カバー圏人口割合（全域合計）、 最寄消防署からの所要時間（ゾーン別）			
19	広幅員道路延長	ZC/M	自動車ネットワーク			
		E	市街地広幅員道路延長（全域合計）、 市街地広幅員道路フラグ（リンク別）			
20	災害危険区域の居住者数等	ZC/M	タイプ別世帯数分布			
		ZC/M	年齢階層別人口分布			
		E	災害危険区域フラグ			
21	医療:M	ZC/M	年齢階層別人口分布			
		ZC/M	所要時間（自動車）			
		E	医療施設配置			
		E	医療アクセス圏パラメータ			
						医療アクセス圏人口割合（全域）、 医療アクセス圏人口（ゾーン別）

外生,外：外生ファイル  
 モデル,モ：モデル内生ファイル  
 ZC：ゾーン変換モジュールからの入力ファイル

表 23 ファイル入出力構造（都市構造評価:2/2）

通し 番号	分野		指標名	入力ファイル		出力ファイル		
	大分類	中分類		ファイル 種類	内容	内容		
22	環境:E	地球環境:E	C02排出量（運輸部門）	ZC/M	配分交通量（自動車）	運輸部門C02排出量（全域合計）		
23			C02排出量（民生産業部門）	E	C02排出量運輸部門パラメータ	ZC/M	住宅床面積	民生産業部門C02排出量（全域全分野合計／全域分野別／ゾーン別分野合計／ゾーン別分野別）
				ZC/M	商業床面積	ZC/M	産業別従業者分布	
				E	C02排出タイプフラグ	E	C02排出量民生産業部門パラメータ	
				E	公園緑地・農地・森林面積	E	C02吸収量原単位	
				E	C02吸収量原単位	E	C02吸収量原単位	
24			みどりのC02固定量・吸収量	E	公園緑地・農地・森林面積	E	C02固定量（全域合計）	
25			大気汚染:A	NOx排出量	ZC/M	配分交通量（自動車）	Nox排出量（全域合計）	
					E	NOx排出量原単位		
					E	リンクゾーン対応		
26	自然・森林・生態系:G	緑農地化率	E	公園緑地・農地・森林面積	緑農地面積（全域合計）／農地比率（全域）			
27	資源・エネルギー:R	燃料消費量（運輸部門）	ZC/M	配分交通量（自動車）	運輸部門燃料消費量（全域合計）			
			E	C02排出量運輸部門パラメータ				
			E	燃料消費量運輸部門パラメータ				
28		燃料消費量（民生産業部門）	ZC/M	住宅床面積	民生産業部門燃料消費量（全域全分野合計／全域分野別／ゾーン別分野合計／ゾーン別分野別）			
			ZC/M	商業床面積				
			ZC/M	産業別従業者分布				
			E	燃料消費タイプフラグ				
			E	燃料消費量民生産業部門パラメータ				
30	活力:V	活動分布量:A	従業者数	ZC/M	産業別従業者分布	従業者数合計（ゾーン別）		
31		産業活動:I	トリップ平均所要時間	ZC/M	目的別手段別交通量	全手段トリップ平均所要時間（全域平均）		
				ZC/M	所要時間（歩行者）			
				ZC/M	所要時間（自動車）			
				ZC/M	所要時間（バス市電）			
				ZC/M	所要時間（鉄軌道）			
32			中心市街地来街者数	ZC/M	目的別手段別交通量	全目的中心市街地来街者数（全域）、私用目的中心市街地来街者数（全域）		
				E	中心市街地フラグ			
33			主要観光施設間アクセス	ZC/M	所要時間（自動車）	道路所要距離（主要観光施設間ODペア別）		
E		主要観光地配置						
35	経済効果:E	地代合計	ZC/M	用途別土地面積	地代合計（全域：商業・住宅・商業住宅計／ゾーン別：商業・住宅・商業住宅計）			
			ZC/M	用途別地代				
36	行政サービスコスト:C	施設:F	道路維持管理コスト	ZC/M	配分モデルリンクデータ	道路維持管理コスト（全域合計）		
37		サービス:S	訪問介護コスト	E	道路維持管理パラメータ	訪問介護コスト（全域合計：費目別・費目計／ゾーン別：費目別・費目計）		
				ZC/M	年齢階層別人口分布			
				ZC/M	所要時間（自動車）			
38		公共交通コスト		E	介護サービス拠点配置	バス収支（全域合計：費目別・費目計）		
				E	訪問介護コストパラメータ			
39		小・中学校コスト		ZC/M	配分交通量（バス市電）	バス収支（全域合計：費目別・費目計）		
				ZC/M	配分交通量（鉄軌道）			
				E	バスコストパラメータ			
				ZC/M	年齢階層別人口分布	小中学校コスト（全域合計：費目別・費目計／ゾーン別：費目別・費目計）		
				E	学校区設定			
				E	小中学校コストパラメータ			

外生,外：外生ファイル  
 モデル,モ：モデル内生ファイル  
 ZC：ゾーン変換モジュールからの入力ファイル







本資料は、著作権法によって保護されています。  
Copyright 2010-2013 国土交通省国土技術政策総合研究所

---

国土技術政策総合研究所版都市の将来像アセスメントツール技術資料

発行：2013年4月

編集：国土技術政策総合研究所都市研究部  
〒305-0802 茨城県つくば市立原1番地

---