

## 持続可能性からみた都市圏空間構造再構築案の評価システムの基礎的検討

○名古屋大学大学院 学生会員 鈴木祐大 名古屋大学大学院 正会員 戸川卓哉  
名古屋大学大学院 正会員 加藤博和 名古屋大学大学院 フェロー 林良嗣

### 1 はじめに

日本は人口減少・超高齢化・経済成熟期を迎えつつある。この状況で、これまでの「モータリゼーション依存型市街地拡大戦略」を継続していたのでは、人口や経済規模に対して市街地供給が過剰となる。その結果、多くの資源を非効率に消費し、多額の市街地維持費用を必要とするとともに、多くの環境負荷を発生させる都市空間構造になってしまうことが懸念される。さらに、散漫な都市空間構造に起因する諸問題は様々な因果メカニズムを通じて最終的に住民の生活環境質(Quality Of Life: QOL)を損なうことにもつながる。そのため、長期的に見た「持続可能な都市を支える」空間構造という目指すべきゴールを早急に決定し、現在のトレンドから方向転換する必要がある。

本研究では、これらの懸念事項に対応するための「都市圏空間構造再構築案」を持続可能性の観点から評価するためのシステムを既報<sup>1)</sup>の分析フレームワークを参考に構築することを目的とする。

### 2 システムの構成

人々の生活を包括する都市圏を対象とし、空間構造にまで言及するための評価区分単位(500×500m メッシュ)を用いることで、今後進むべき都市圏の空間構造を詳細に示すことが可能となる。また、持続可能性という観点から、トリプル・ボトムライン(Triple Bottom Line:TBL)の3要素を表現する指標として、(1)環境インディケータ:民生・旅客交通起源の「二酸化炭素(CO<sub>2</sub>)」、(2)経済インディケータ:「市街地維持費用」、(3)社会インディケータ:住民が享受する「QOL」・業務の「付加価値性(Service-add-Value: S-adV)」,を取り上げる。

システムの全体構成を図-1に示す。

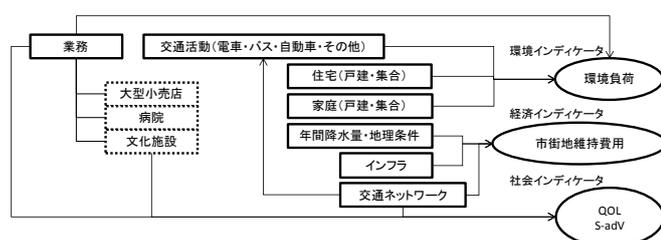


図-1 システムの全体構成

### 3 各インディケータ推計モデル

#### (1) 環境インディケータ

メッシュ*i*におけるCO<sub>2</sub>発生量  $E(i)$  は、式(1)~(3)によって推計する。推計対象は民生活動(家庭生活・業務部門<sup>2)</sup>)、住宅および旅客交通とする。家庭生活起源分を推計するために、世帯毎のCO<sub>2</sub>発生量原単位を整備する。この原単位をその家庭が居住する住宅の種類(戸建・集合)別に区別(種別*k*)することで、都市圏再構築の際の住宅選択を環境負荷にフィードバックすることができる。

$$E(i) = E_{home-life}(i) + E_{resident}(i) + E_{office}(i) + E_{trans}(i) \quad (1)$$

$$E_{\phi}(i) = \sum_k e_m(k) X_{\theta,k}(i) \quad (2)$$

$$E_{trans}(i) = e_{trans} \cdot N(i) \quad (3)$$

ここで、 $E_{\phi}(i)$ : $\phi$ 起源のCO<sub>2</sub>発生量、 $e_m(k)$ : $m$ 起源・種別*k*のCO<sub>2</sub>発生量原単位、 $e_{trans}$ :旅客交通に伴う1人あたりCO<sub>2</sub>発生量、 $X_{\theta,k}(i)$ :部門 $\theta$ ・種別*k*の単位数量(home-life, $k$ 世帯数・resident, $k$ 住宅床面積・office, $k$ 従業者数)、 $N(i)$ :居住人口。

また、旅客交通分のCO<sub>2</sub>発生量原単位  $e_{trans}$  は、1人あたり年間発生原単位として整備する。具体的には、各メッシュにおけるトリップ生成原単位、交通手段分担率、交通手段別トリップ長を推計し、それらを式(4)に代入して1人あたり年間旅客交通CO<sub>2</sub>発生量を求め、原単位とする。

$$e_{trans}(i) = \sum_m 365.25 e(m) \bar{l}(i,m) s(i,m) c(i) \quad (4)$$

ここで、 $e_{trans}(i)$ :1人あたり年間旅客交通起源のCO<sub>2</sub>発生量[kg-CO<sub>2</sub>/人 year]、 $e(m)$ :交通手段*m*( $m$ =鉄道、バス、自動車、自動二輪、自転車、徒歩)のCO<sub>2</sub>発生量原単位[kg-CO<sub>2</sub>/人 km]、 $\bar{l}(i,m)$ :交通手段*m*による平均トリップ長[人 km/trip]、 $s(i,m)$ :交通手段*m*の分担率[trip/trip]、 $c(i)$ :トリップ生成原単位[trip/人 day]。

#### (2) 経済インディケータ

メッシュ*i*における市街地維持費用  $C(i)$  は式(5)によって推計する。推計対象は、ネットワーク系インフラ(道路・上水道・ガス管・公共下水道・集落排水)および水害に対する期待被害額  $c_{RD}$  とする。インフラは、都市圏再構築という観点から、将来にわたって存在すると考えられる主幹線を除く部分を推計対象とする。水害による年平均被害軽減期待額の算出方法は、国土交通省が作成した「治水経済調査マニュアル(案)」<sup>3)</sup>を参考とした。

$$C(i) = \sum_k c_{\text{infra}}(k) X_{\text{infra}}(i, k) + c_{\text{RD}}(i) \quad (5)$$

ここで,  $c_{\text{infra}}(k)$ : 単位量あたりの維持費用.

### (3) 社会インディケータ

QOL の定量評価値は a) 社会資本や公共・民間施設の充実度, 眺望や景観の良好度, 災害からの安全性といった居住地区における環境の物理量と, b) そこに居住する個人の主観的な価値観によって決定されるとする. a) については交通利便性 (ACcessibility: AC), 居住快適性 (AMenity: AM), 災害安全性 (Safety & Security: SS), の 3 つの要素からなる「生活環境質向上機会 (Life Prospects: LPs)」を QOL の構成要素と定義し用いる. この LPs に, b) 居住者の QOL に対する価値観を表す重みを乗じたものを QOL 値と定義し, 式(6)~(8)に示すように定式化する. QOL の計測尺度には, 医療・環境リスクの分野で利用されている QALY (Quality Adjusted Life Year) 値を用いる. QALY 値は, 生存年数を QOL によって調整したものであり, 単位は時間を表わす「年」などとなる.

$$QOL(g, i) = \mathbf{w}^T(g) \mathbf{LPs}(i) \quad (6)$$

$$\mathbf{w}^T(g) = [w(g, AC) \ w(g, AM) \ w(g, SS)] \quad (7)$$

$$\mathbf{LPs}^T(i) = [AC(i) \ AM(i) \ SS(i)] \quad (8)$$

ここで,  $QOL(g, i)$ : 個人属性グループ  $g$  のメッシュ  $i$  での QOL (1 人あたり),  $\mathbf{w}(g)$ : LPs 各要素に対する価値観 (重み) ベクトル,  $\mathbf{LPs}(i)$ : 生活環境質向上機会ベクトル,  $AC(i)$ : 交通利便性,  $AM(i)$ : 居住快適性,  $SS(i)$ : 災害安全性.

次に, メッシュ  $i$  の業務の付加価値性  $S\text{-}adV(i)$  は, 事業所の平均賃料  $\psi$  を用いて表す. 当該市区への地域からの近接性を評価するポテンシャル型指標を用いて, 平均賃料を説明するモデル式(9)を作成する. これは, 業務地の魅力が周辺に存在する業務地の立地条件と規模に関係して決まるという立地選択モデルの考え方を採用したことによる. なお, 式中の距離抵抗  $\gamma$  は, 実際の賃料とポテンシャル型指標との間に存在する相関関係から決定される.

$$S\text{-}adV(i) = \alpha \sum_l J_l \cdot \exp(-\gamma \cdot t_{il}) \quad (9)$$

ここで,  $J_l$ : 地区  $l$  の第 3 次産業従業者数,  $t_{il}$ : 地区  $i$  から地区  $l$  までの鉄道による所要時間,  $\gamma$ : 距離抵抗,  $L$ : 周辺地区数,  $\alpha$ : パラメータ.

### 4 現状分析による知見と考察

構築したシステムを名古屋都市圏に適用する. 2050 年には都市圏内の多くの市区町村で人口減少が進み,

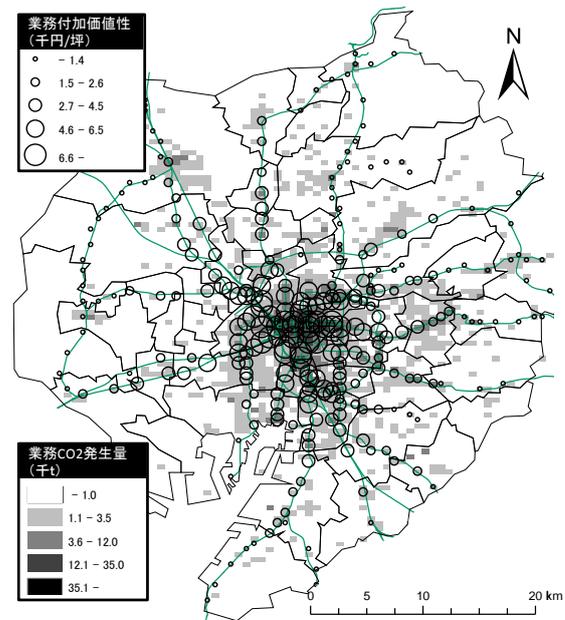


図-2 業務付加価値性と CO<sub>2</sub> 発生量の推計結果 (2005 年)

2005 年の約 464 万人から 368 万人へ減少する. また, 65 歳以上の老年人口割合は約 18% から 40% へ増加し, 高齢化が確実に進行していくと予想されている.

図-2 にシステムの適用結果を示す. なお, 本稿では紙面の都合上, 業務の付加価値性と二酸化炭素排出量のみを掲載する.

業務付加価値性と CO<sub>2</sub> 発生量が高い地区は名古屋市内に集中しているが, 周辺部 (一宮市・犬山市・瀬戸市・春日井市など) にも散見され, その多くは鉄道駅周辺である.

### 5 おわりに

本研究では, 都市圏の再構築案を持続可能性の観点から評価するためのシステムを構築し, 現状の名古屋都市圏へ適用した結果の一部を示した. 今後は, 鉄道の沿線都市をタイプ別に分類し, 目指すべき都市像を設定する. その妥当性を, 本システムを用いて現状と再構築後を比較することで検討する. また, 再構築に伴う交通需要変化を予測するモデルを導入することも予定している.

#### — 参考文献 —

- 1) 鈴木祐大, 加知範康, 戸川卓哉, 柴原尚希, 加藤博和, 林良嗣: 環境・経済・社会のトリプル・ボトムラインに基づく都市域の持続可能性評価システムの構築, 地球環境研究論文集, Vol.17, pp.93-102, 2009.
- 2) 日本エネルギー経済研究所: EDMC/エネルギー・経済統計要覧 (2010 年版), 2010.
- 3) 国土交通省: 治水経済調査マニュアル (案), 2005.
- 4) シービー・リチャードエリス総合研究所: 不動産白書 CD-ROM, 2010.