

# 持続可能性からみた 都市圏空間構成再構築案の評価システム

鈴木 祐大<sup>1</sup>・戸川 卓哉<sup>2</sup>・加藤 博和<sup>2</sup>・林 良嗣<sup>2</sup>

<sup>1</sup>ダイビル株式会社（〒530-6126大阪府北区中之島3-3-23中之島ダイビル）

<sup>2</sup>名古屋大学大学院環境学研究科（〒464-8603愛知県名古屋市千種区不老町C1-2(651)）

\* E-mail: y-suzuki@daibiru.co.jp

持続可能性の観点から都市圏スケールで空間構造を評価するシステムを構築した。本システムでは都市圏の持続可能性が環境、経済、社会の Triple Bottom Line によって規定されると考え、各要素の定量指標として、環境負荷、市街地維持費用、QOL・業務付加価値性指標を位置づける。空間構造再構築案として、夜間人口の配置だけでなく、住宅タイプやサービス施設量まで考慮し作成する方法としている。システムを名古屋都市圏に適用し、1)現状レベル、2)現状の傾向で推移するシナリオ、3)駅周辺へ人口集約させるシナリオ、の分析・比較を行った。結果として、鉄道駅周辺地区への移転のみでは必ずしも Triple Bottom Line の改善に寄与するわけではなく、移転する駅周辺地区の選定方法や、移転後の施設量配置、公共交通・住宅に関する追加策を検討することが必要であることが示された。

**Key Words :** triple bottom line, quality of life, life cycle environmental load, infrastructure maintenance cost, eco-efficiency

## 1. はじめに

2050年の日本の人口は1960年代の水準にまで減少すると予測されている。人口減少は中山間地域のみならず都市部においても不可避である。しかしながら、人口増加やモータリゼーションに応じて広がった市街地は人口減少とともに縮小していくわけではなく、無秩序に人が抜けて、密度の薄い、非効率な都市空間構造となってしまうことが懸念される。その結果、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することになる。さらに、散漫な都市空間構造に起因する諸問題が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、これらの懸案事項に対応するための「都市圏空間構成再構築案」を持続可能性の観点から評価するシステムを、既報<sup>1)</sup>の分析フレームワークを基に発展させ、名古屋市が検討している駅周辺への都市集約策を評価することを目的とする。

## 2. 本研究の位置づけ

主な関連研究として、交通エネルギー消費量、家庭部門の電力消費量、建設エネルギー（住宅）消費量などの消費エネルギー量（環境面）に着目した、中井ら<sup>2)</sup>や森本ら<sup>3)</sup>、坂本ら<sup>4)</sup>による研究、地区の基礎データや生活環境や防災関連などの社会面に着目した谷口ら<sup>5)</sup>の研究、居住環境やふれあいやにぎわい、交通起源環境負荷や住宅起源環境負荷などの社会面・環境面に着目した池田ら<sup>6)</sup>、石井ら<sup>7)</sup>、中道ら<sup>8)</sup>、新田ら<sup>10)</sup>の研究、人口や除雪費用などの社会面・経済面に着目した大橋ら<sup>11)</sup>の研究がある。しかし、社会面・環境面・経済面の3点に着目した研究は少ない。また都市域の再構築案については、人口の移動に着目した大橋ら<sup>11)</sup>、坂本ら<sup>4)</sup>の研究や、人口の移動と公共交通の改善に着目した中道ら<sup>9)</sup>の研究や、住宅床面積に着目した中井ら<sup>2)</sup>による研究などがある。

以上より、人口・住宅の配置やそれに伴う交通需要の変化を考慮した研究が多いが、都市圏再構築案としてこれらをまとめて考慮している事例は少ない。また、住宅の配置に関しては、マクロな単位での住宅量を考えるにとどまっており、街区などのよりミクロな単位での住宅

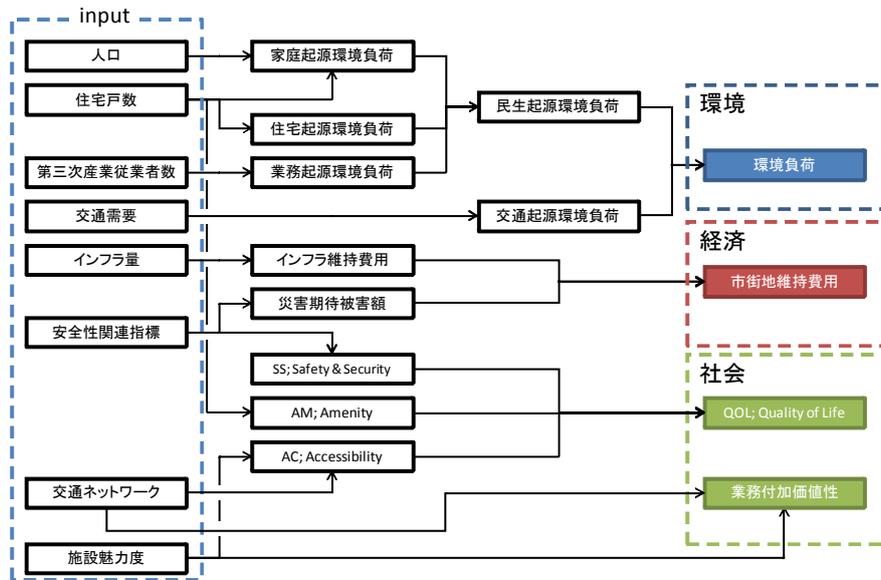


図-1 都市圏持続可能性評価手法の全体構成

量の決定やタイプの決定を行っているものはみられない。本研究では、都市再構築案として夜間人口の配置を考慮するだけでなく、それにとまうタイプ別の住宅量の決定を行う。また、インフラやサービス施設などの配置も合わせて考慮することでこれらの問題を解決している。

また、環境、費用など、一側面からの検討例が多く、持続可能性を考える上で必要となる様々な観点を考慮して統合的に評価した研究は極めて少ない。そこで本研究は、都市の持続可能性について「環境」「経済」「社会」の3要素 Triple Bottom Line に着目し、これまで検討されてこなかった大都市圏の範囲で詳細メッシュの単位で定量評価が可能なシステムを構築している。

### 3. 持続可能性評価システムの構築

本章では、都市圏持続可能性評価手法の詳細について説明していく。

図-1 は、本評価手法の全体構成を示したものである。各詳細地区単位で最終的な評価指標として求められるのは「環境負荷（本研究ではCO<sub>2</sub>排出量）」「市街地維持費用」「QOL ; Quality of Life」「業務付加価値性」の4つである。これらの値を総合的にみることで、都市の持続可能性を評価することを試みる。

#### (1) 民生起源 CO<sub>2</sub> 排出量の推計

民生部門（家庭生活・業務部門および住宅）のCO<sub>2</sub>排出量*E*は、式(1) (2)によって推計する。住宅起源の環境負荷は産業部門に分類されるが、民生起源環境負荷と合わせて家庭生活・業務活動のライフサイクルでの環境負荷を構成しているため、ここで推計対象とする。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CO<sub>2</sub>排出量決定に反映することができる。

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

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

ここで、*i* : メッシュ、*E<sub>θ</sub>(i)* : 部門*θ*のCO<sub>2</sub>排出量、*e<sub>θ</sub>(k)* : 部門*θ*・種別*k*のCO<sub>2</sub>発生量原単位、*X<sub>θ,k</sub>(i)* : 部門*θ*・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。

#### (2) 旅客交通起源 CO<sub>2</sub> 排出量の推計

旅客交通活動に伴うCO<sub>2</sub>排出量については、人口1人あたり年間発生原単位として整備する。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(3)に代入して1人あたり年間旅客交通起源CO<sub>2</sub>発生量を求め、これを原単位とし、人口を乗じることで総量を算出する。

$$E_{trans}(i) = \sum_k e_{trans}^k l_i^k s_i^k c_i \cdot 365.25(\text{日数}) \quad (3)$$

ここで、*E<sub>trans</sub>(i)* : 1人年間旅客交通起源環境負荷排出量 [kg-CO<sub>2</sub>/人 year]、*e<sub>trans</sub>(i)* : 環境負荷排出原単位 [kg-CO<sub>2</sub>/人 km]、*l* : 平均トリップ長 [人 km/trip]、*s* : トリップ手段分担率 [trip/trip]、*c* : トリップ生成原単位 [trip/人 day]、*k* : 交通手段（鉄道・バス・自動車・自動二輪・自転車・徒歩）、*i* : メッシュ番号

表-1 QOLの構成要素 (LPs) の段階構造

分類	評価要素	指標
交通利便性 (AC: ACcessibility)	就業施設利便性	就業場所へのAC
	教育・文化施設利便性	高校, 美術館・博物館, 図書館へのAC
	健康・医療施設利便性	病院へのAC
	買物・サービス施設利便性	大型小売店へのAC
居住快適性 (AM:AMenity)	居住空間使用性	1人あたり居住延べ床面積
	建物景観調和性	建物高さばらつき
	周辺自然環境性	1人あたり緑地面積
	局地環境負荷性	交通騒音レベル
安心安全性 (SS:Safety & Security)	地震危険性	地震による期待損失余命
	洪水危険性	洪水による期待浸水深
	犯罪危険性	年間街頭・侵入犯罪件数
	交通事故危険性	年間人身事故発生件数

### (3) 住民 QOL 推計手法

市街地内各地区における居住者の QOL は、既報<sup>12)</sup>に従って推計する。まず、QOL は a) 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。さらに LPs を説明する階層を表-1のように定義する。

この LPs に、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(4)~(6)に示すように定式化する。

$$QOL(g, i) = \mathbf{w}^T(g) \mathbf{LP}_s(i) \quad (4)$$

$$\mathbf{w}(g) = [w(g, AM), w(g, AM), w(g, SS)] \quad (5)$$

$$\mathbf{LP}_s = [AC(i), AM(i), SS(i)] \quad (6)$$

ここで、 $QOL(g, i)$ : 個人属性グループ  $g$  のメッシュ  $i$  での QOL 値 (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,  $\mathbf{LP}_s(i)$ : 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,  $SS(i)$ : 安心安全性。

### (4) 業務付加価値性推計手法

前項において、そこに住む人々を主体として考え、住民が得られる空間の環境質を QOL によって定量化した。一方、業務部門において環境質に相当するものとして、事業主を主体と考え、その土地で業務を行った際の付加価値性を指標化とする。

業務の付加価値性とは、業務によって生み出すことのできる価値を指す。これは、最終的にはその業務地の地価 (賃料) に収束すると考えられる。そこで市街地各地区における業務の付加価値性  $S-adV(i)$  を、事業所の平均賃料を用いて表す。当該地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(7)を作成する。

$$S-adV(i) = \alpha \sum_l^L J_l \cdot \exp(-\gamma \cdot t_{il}) \quad (7)$$

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。

この式は、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<sup>13)</sup>とポテンシャル型指標との間に存在する相関関係から推定される。

### (5) インフラ維持費用推計手法

インフラ維持費用は式(8)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・公共下水道) とする。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。

$$C(i) = \sum_k c_{infra}(k) X_{infra,k}(i) \quad (8)$$

ここで、 $c_{infra}(k)$ : 単位量あたりの維持費用,  $X_{infra,k}(i)$ : メッシュ  $i$  におけるインフラ種別  $k$  の整備量。

## 4. 都市圏再構築案の作成

3章のシステムを用い、名古屋都市圏 (20km 圏) を対象として、都市圏再構築案の作成プロセスを示す。

ここでは都市圏再構築案として、鉄道駅勢圏 (駅 800m 以内) で生活する人口の割合を現在の水準より増やすこと想定する。その実現のためにある地区からの「撤退」とある地区への「集約」を行う。再構築案作成のプロセスは以下の4ステップからなる。

### (1) Step1: 撤退・集約地区の選定

Step1 では撤退・集約地区の選定を行う。本研究では、鉄道駅 (名古屋ガイドウェイバス停含む) 周辺へ集約を前提として撤退・集約地区の選定を行うが、実現可能性

を考慮してに全ての駅を対象とするのではなく、下記の基準のうちのいずれかを満たさないようなローカルな駅を除外する。

- ✓ 市街化調整区域内である
  - ✓ ピーク時1時間の鉄道運行本数が6本以下である
- 残った駅を中心に半径 800m の円を描き、そこに内包される地区を集約地区とし、それ以外の地区を撤退地区とする。

## (2) Step2: 集約地区の分類

Step1 によって集約地区が決定したが、その内部をどのような形に作り上げていくのかを考えなければならない。本来であれば全ての集約地区において、実現可能性を加味し内部の作りこみを行う必要がある。しかしながら、本研究の意図するレベルは都市圏全域の詳細地区計画を行うことではなく、人口と施設量の配置を街区群（もしくはそれと同等な単位）で行うことである。そこで Step2 として、集約地区を表-2 の基準に従って分類し、その分類ごとに内部の作りこみを行うことで、都市圏再構築案作成プロセスに汎用性を持たせることを可能とする。

本研究では、「名古屋市内・外（2通り）」×「大・中・小都市型（3通り）」プラス「商業型」の計7通りの分類を行う。図-2 が分類した結果である。なお、データの制約上、今後の作業には 500×500m のメッシュを使用する。

## (3) Step3: 人口再配置

Step3では、Step2で決定した集約地区へ撤退地区から移転する人口を考慮し、以下の①～⑤の順で、撤退・集約完了後の人口分布を決定する。

### ① BAU人口

対象地域における将来人口推計は、国立社会保障・人口問題研究所の想定値に従い、コーホート要因法により行う。2時点の男女・年齢5歳階級別人口と合計特殊出生率を設定し、生残率・人口移動率が年齢階級毎で一定として、将来の男女・年齢5歳階級別人口を2005年から5年単位で予測する。そのようにして市区町村別で推計した人口を、各メッシュに配分する。配分比率として、2005年国勢調査地域メッシュ統計における4次メッシュ毎人口分布と、市区町村における人口との比を用い、この比が将来にわたり一定であると仮定する。

### ② 移転可能人口

撤退地区の2050年時の人口（BAU人口）のうち、2050年までに住宅の建て替えが起こる可能性のある人口を移転可能人口とする。建て替えが起こる住宅の割合を知るために、対象住宅が小松ら<sup>14)</sup>の研究の

成果である「築年数別住宅滅失確率」に従うと仮定し、市区町村別の名古屋都市圏の築年数データを用いて、2005年時に存在している住宅の2050年時の残存確率を推計する。

### ③ 実質移転人口

移転率は移転を誘導するような税制・規制などによって変化するが、本研究ではその推計ができないため仮に4つの値（1, 0.9, 0.5, 0.3）を設定する。この移転率を②で求めた移転可能人口に乗じることで実質移転人口を求める。

### ④ 流入人口

表-2 集約地区の概要

集約地区名	特徴
商業型	都市再生緊急整備地区に指定され、商業・業務拠点としての整備が目指されている地区。
名古屋市内大都市型	名古屋市内に位置し、商業用途地が30%占める地域、かつ乗車人員が年間500万人以上
名古屋市内中都市型	名古屋市内に位置し、名古屋市内大・小都市型となりうる条件をともに満たさない
名古屋市内小都市型	名古屋市内に位置し、商業用途地が30%未満かつ乗車人員が年間100万人以上
名古屋市外大都市型	名古屋市外に位置し、商業用途地が30%以上占める地域かつ、乗車人員が年間100万人以上
名古屋市外中都市型	名古屋市外に位置し、名古屋市外大・小都市型となりうる条件をともに満たさない
名古屋市外小都市型	名古屋市外に位置し、商業系が30%で居住地区に特化しており、乗車人員も年間100万人未満

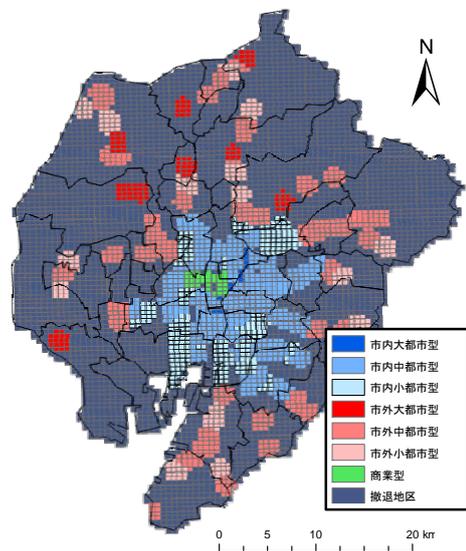


図-2 集約地区の分類 (Step2)

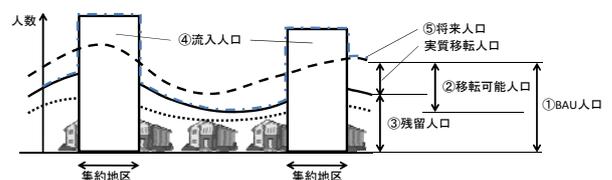


図-3 人口再配置のプロセス

実質移転人口の和を求め、これを第一段階として市内外・大中小都市型の6分類に一律に均等に割り振る。第二段階として、同一の集約地区分類の人口密度が等しくなるように、第一段階で割り振られた人数を各駅勢圏に割り当てていく。場合によっては流入人口がマイナスになるが、これは現在の人口密度が過剰であるとする。この時の、各駅勢圏（本研究では500×500mメッシュ）毎に割り振られる人口が流入人口である。

なお、4通り（1, 0.9, 0.5, 0.3）の移転率における集約地区メッシュへの平均流入人口はそれぞれ656, 590, 328, 197人である。

⑤ 将来人口

集約地区には④で推計した流入人口を加え、撤退地区からは③で推計した実質移転人口を引くことで再構築後の名古屋都市圏の人口分布を求めることができる。図-3にその結果をまとめたものを示す。

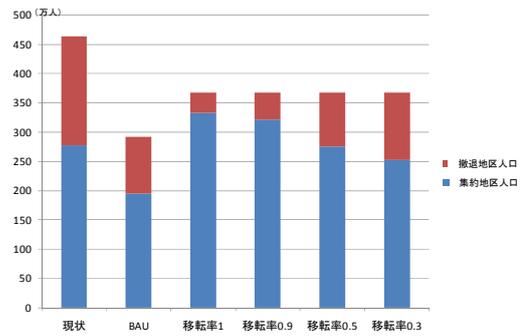


図-3 集約地区と撤退地区の人口比較

(4) Step4: 建物配置

次に、Step4として各メッシュ内の施設を、a) 公共空間系・b) 業務系・c) 住居系の3つに分けて、それぞれの施設量を順に決定していく。また、それに伴う必要インフラ量の推計を行う。

a) 公共空間系：道路、鉄道駅・軌道、住居・業務系に分類されない施設の総称である。本研究では、現状の道路率がおよそ20%であることから、公共空間系の敷地面積をそれより高め、メッシュ面積の30%であると仮定する。

b) 業務系：第三次産業に分類される事業所（病院、小・中・高等学校は除く、以後第三次産業と呼ぶ）と一般病院、小学校、中学校、高等学校に分けて、それぞれの敷地面積を現在の昼間人口・第三次産業就業者数水準を参考に推計する。

c) 住居系：中層住宅・低層住宅・戸建住宅・環境共生住宅・緑地公園の5タイプ（図-4）を設定する。5つのタイプを100×100mの5種類のパネルとして考え、パネル毎にQOLの要素であるAMを与える。その後、制約条件下でAMが最大になるような5パネルの配置量を決定する。結果を図-5に示す。

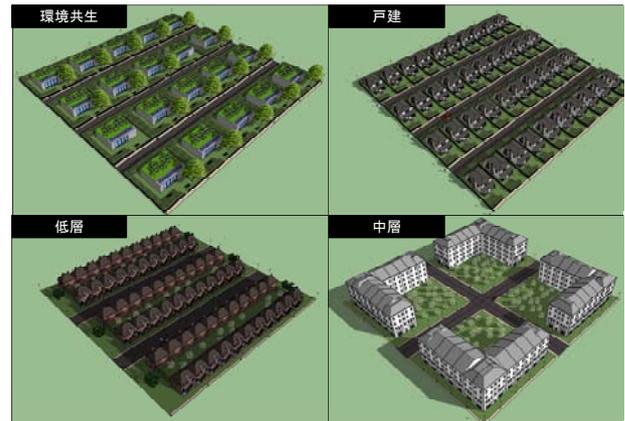


図-4 各住宅タイプのイメージ

表-4 各住宅タイプの設定

	戸数 (戸)	人員 (人)	床面積 (m <sup>2</sup> )	敷地面積 (m <sup>2</sup> )	ライフタイム (年)
環境共生住宅	20	50	2400	8000	30
戸建住宅	40	100	4800	8000	30
低層住宅	67	167	8000	8000	50
中層住宅	120	300	16000	8000	50

5. 検証と考察

4章のプロセスを経て作成した都市圏再構築案を、3章で構築した手法を用いて、環境・経済・社会のTriple Bottom Lineから評価する。

(1) 環境 (CO<sub>2</sub>排出量)

図-7にCO<sub>2</sub>排出量（業務起源除く）をシナリオ別に

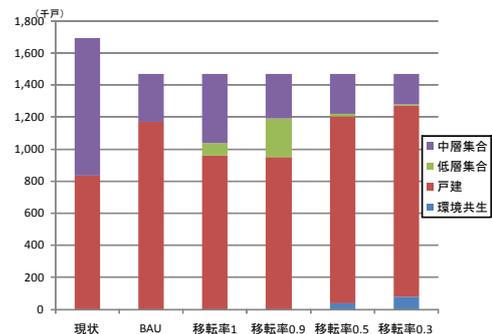


図-5 シナリオ別の各住宅タイプ戸数

比較したものを示す。

現状（2005年）の排出量の内訳をみると、交通起源と家庭起源が住宅起源に比べ少し割合が大きいことが分かる。総量は約13百万t/年であった。現状からは、

2050年時の全てのシナリオで減少がみられる。これは人口減少に起因している。

次に2050年時のそれぞれのシナリオの結果を比較する。5つとも総量に大きな違いは見られなかったが、内訳には違いがみられる。まず、BAUシナリオでは現状の内訳と割合はほとんど変わっていない。これは現在とほぼ同じ住宅タイプ・交通活動を行うためである。このBAUシナリオに比べ、移転率1・0.9シナリオでは住宅起源の割合が増え、家庭起源が減少している。これは、移転率が高い場合、集約地区に人口密度の高い街区を形成する必要があり、集合住宅の割合が多くなるためであると考えられる。集合住宅（中層住宅パネル・低層住宅パネル）では、その耐久性や断熱性の高さから建設時に排出されるCO<sub>2</sub>が戸建住宅（戸建住宅パネル・環境共生住宅パネル）に比べ大きい。その分、家庭起源CO<sub>2</sub>排出量が抑えられていることが分かる。逆に、移転率0.5・0.3シナリオでは家庭起源の割合が高い。これは先にも述べたように、集約地区の人口密度が比較的低いため、敷地面積の広い戸建住宅が選択されたことに起因している。

また、旅客交通起源のCO<sub>2</sub>排出量がほとんど減少していない。これは、もともと名古屋都市圏では駅周辺に住んでいても自動車を使うことが多く、その現状を再現したモデルを用いた推計では、集約後の公共交通利用増加が見込めないためである。しかしながら、移転率が高いほど、駅勢圏居住人口の割合も高くなり、公共交通ACを上げた際の転換率も高くなる可能性がある。

図-8に示した業務起源のCO<sub>2</sub>排出量は、現状では年間約4百万tで、おおよそ家庭起源のCO<sub>2</sub>排出量と同等の値を示している。しかし、2050年時を見ると、家庭起源のCO<sub>2</sub>排出量に比べて、大幅に小さくなっている。これは生産年齢人口の減少に起因している。つまり、人口減少・少子高齢化がCO<sub>2</sub>排出量に与える影響は、業務部門には大きく、人々の生活に関するものには比較的小さいことがわかる。

## (2) 経済（インフラ維持費用）

図-9にインフラ維持費用をシナリオ別に比較したものを示す。

現状のインフラ維持費用の内訳をみると、上水道、下水道、市町村道路ともほぼ同じ割合であることが分かる。BAUシナリオでは、住宅戸数の減少に伴って、各インフラともに維持費用は減少している。

2050年時のBAUと各移転率シナリオでの推計結果を比較する。最も削減効果が見られたのは、移転率0.9シナリオであった。これは、駅勢圏内の人口密度が移転率1シナリオを除いたシナリオより高いため、集合住宅が多く選択されたことによる。また、移転率1シナリオに

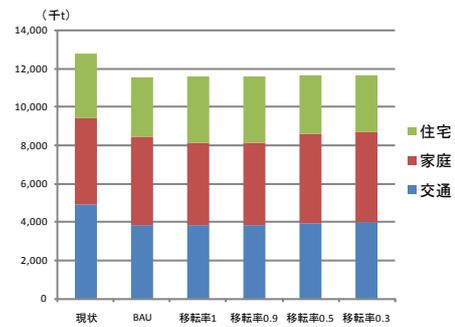


図-7 シナリオ別総CO<sub>2</sub>排出量（業務起源除く）

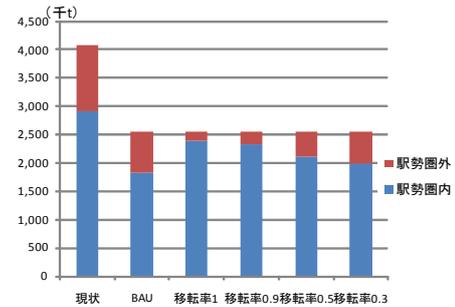


図-8 シナリオ別業務起源CO<sub>2</sub>排出量

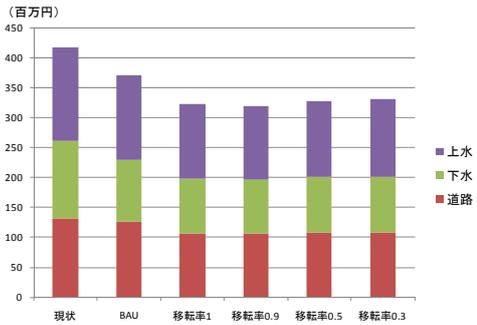


図-9 シナリオ別総インフラ維持費用

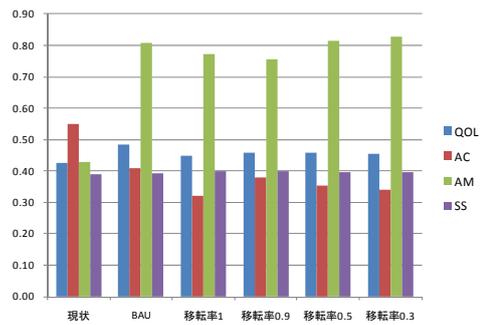


図-10 シナリオ別QOL値平均

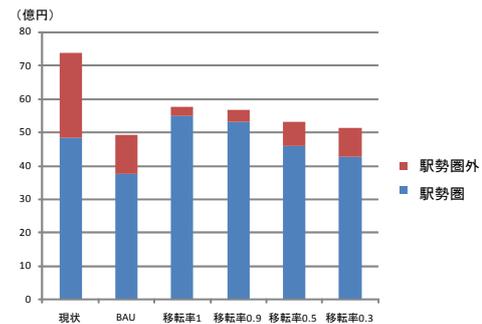


図-11 シナリオ別業務付加価値性総量

比べ広い住宅敷地面積を供給することができるため、集合住宅の中でも低層住宅が多く選択されており、結果的に集合住宅の割合が最も高くなっている（図-6）。この結果、インフラの効率的利用が行われていることが削減効果につながっている。

しかしながら、どのシナリオでもわずかながら撤退地区に人口が残留しているためにインフラを維持しなければならない。このような地区については強制撤退を行い、インフラを0にすることでさらなる削減効果を生むことができる。ただし、この時には強制撤退を実施する際の費用を含め判断する必要がある。

### (3) 社会（居住 QOL および業務の付加価値性）

図-10 に QOL の合計値と各要素の値をシナリオ別に比較したものを示す。

今回、SS 指標はシナリオ間で一定としてあるため増減は見られない。本来であれば、立地や住宅環境・治安・交通状況などからシナリオ別の災害安全性を推計する必要がある。

AM 指標をみると、2050 年時のどのシナリオでも現状より向上していることがわかる。これは、2050 年時の住宅を現在よりもゆとりをもった設定にしてあるためである。設定した各住宅の床面積は、現在の水準より 20～30m<sup>2</sup> だけ底上げしている。2050 年時の各シナリオを比較すると、BAU シナリオと比較して移転率 1・0.9 シナリオでは減少、移転率 0.5・0.3 シナリオでは向上している。環境負荷の考察でも述べたように、これには住宅タイプ別の戸数が関係している。移転率 1・0.9 シナリオでは敷地面積の狭い中層・低層住宅が多く選択されるのに対し、移転率 0.5・0.3 シナリオでは敷地面積の広い戸建・環境共生住宅が多く選択される。

次に AC 指標をみると、現状が最も高い値を示しており、最も低いのは移転率 1 の場合であった。これは、本研究で設定した施設量（AC 算出における魅力度に影響する）の配置に起因していると考えられる。移転率シナリオにおいて、郊外に展開しているサービス施設を現状ままとして、人口と業務のみを集約したため、結果として、AC は下がってしまったと考えられる。

最後に統合指標である QOL 値をみると、2050 年時の全シナリオで現状より向上している。しかし、移転率を設定したシナリオでは、BAU シナリオよりも低くなっている。これには AC の減少が効いている。つまり、ここで設定したサービス施設の設定では住民の QOL 値は減少してしまう。この問題を解決するためには、追加的な施策が必要となる。

図-11 に業務の付加価値性総量をシナリオ別に比較した結果を示す。

第三次産業従業者の減少に伴い、現状から BAU では

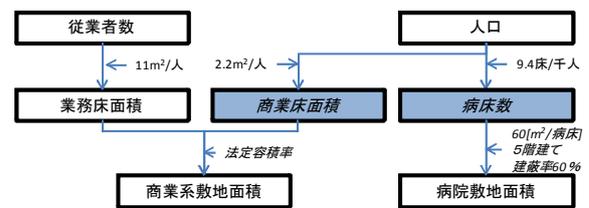


図-12 商業・病院敷地面積の算出フロー

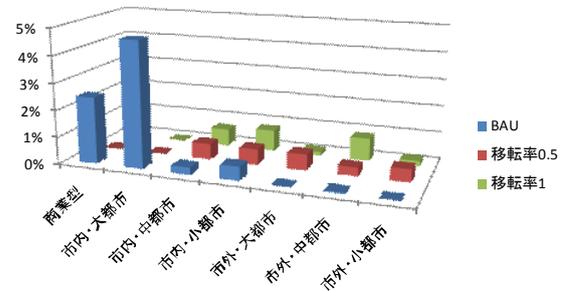


図-13 各ゾーンの住宅床面積の減少率

付加価値は 30%ほど減少する。コンパクト化を行うことで、この減少幅を減らす効果が期待されているが、算出結果を見ると、移転が進むほど（移転率が1に近づくほど）減少幅は小さくなっており、駅勢圏内での就業が付加価値を高めることがわかる。また、現状では約35%を占めている駅勢圏以外の付加価値も、移転率1では約5%まで減っている。

### (4) サービス施設集約策の検討<sup>15)</sup>

(3)の分析から、住宅・業務のみならず、病院や商店といったサービス施設の配置の重要性が明らかとなった。

そこで、各集約地区において、その居住者に対してサービスを提供する病院・商業施設の集約可能性を検討する。愛知県における実績値から病院は病床単位で 9.4[床/千人]、商業施設は床面積単位で 2.2[m<sup>2</sup>/人]が必要であると設定し、図-12 に示すフローにより、これらの立地に必要な土地を考慮した上で、再び集約地区の住宅タイプ構成を決定した。

各地区における人口あたり住宅床面積の減少率を図-13 に示す。減少率は5%以内に留まっている。これは、住宅タイプ構成がサービス施設の集約前後で大きく変化していないためである。したがって、現状では郊外に展開している病院や商業施設を人口に応じて集約しても、AM や民生・住宅起源 CO<sub>2</sub> 排出量へ与える影響は大きくないことが分かる。これより、集約地区に必要なサービスを同地区内で供給することも可能であり、居住者の QOL 向上のためにサービス施設を含めた集約地区の総合的デザインを検討する必要がある。ただし、住宅と比較して商業施設は計画的な立地規制が難しいことから、

立地行動（傾向）を考慮した分析が重要となる。

## 6. まとめ

本研究では、環境負荷・市街地維持費用・QOLおよび業務付加価値性指標を、都市の持続可能性を規定する環境・経済・社会の Triple Bottom Line の要素と位置づけ、都市圏の持続可能性を評価するシステムを構築した。次に都市圏の再構築案を、人口の配置だけではなく、住宅タイプやサービス施設量も含めて考慮しながら作成する方法を構築した。

以上のシステムを名古屋都市圏に適用し、1)現状レベル、2)2050年まで現状の傾向で推移するシナリオ、3)駅周辺へ人口集約させるシナリオ、の分析・比較を行った。結果として、鉄道駅周辺地区への移転が必ずしも Triple Bottom Line の改善に寄与するわけではなく、移転する駅周辺地区の決定方法や、サービス施設の集約を考慮することが持続的な都市圏を形成する上で重要であることが分かった。

今後の課題として、追加策や様々な移転場所を考慮したシナリオ分析を行っていくこと、また、産業の立地を考慮に入れた評価・分析フレームを作ること、が挙げられる。

## 謝辞

本研究は、環境省・環境研究総合推進費(E-0806)の支援により実施された。また、(財)名古屋都市整備公社の羽根田英樹様、河村幸宏様には本研究を進める上でデータ整備など、多くの面でご協力を頂いた。ここに記して謝意を表す。

## 参考文献

- 1) 戸川・鈴木・西野・加藤・林・河村・川瀬：トリプル・ボトムラインから見た都市域集約策の評価，土木計画学研究・講演集，Vol.42，CD-ROM(202)，2010。
- 2) 中井・森本：コンパクトシティ政策が民生・交通部門のエネルギー消費量に与える影響に関する研究，土木学会論文集D，Vol.64，No.1，1-10，2008。
- 3) 森本：交通環境負荷とコンパクトシティに関する研究動

向と課題，土木計画学研究・講演集，Vol.25，2004。

- 4) 坂本・北村：交通エネルギー・建設エネルギーからみたコンパクトシティの是非，土木計画学研究・講演集，NO.29-3，2004。
- 5) 谷口・阿部・篠崎：都市環境とコンパクト性のトレード・オフに関する研究，土木計画学研究，2002。
- 6) 池田・谷口・島岡：都市コンパクト化支援のための新しい評価システム（SLIM CITY）の提案，土木計画学研究・講演集，Vol.28，2003。
- 7) 石井・日野・内田：持続可能な都市の評価指標に関する基礎的研究—ヒューマニティ・タウンを目指して—，土木計画学研究・講演集，Vol.25，2002。
- 8) 石井・日野・内田：高齢者の移動に着目した安全・にぎわい都市の評価，土木計画学研究・講演集，Vol.30，2004。
- 9) 中道・谷口・池田：都市コンパクト化政策に対する簡易な評価システムの実用化に関する研究—豊田市を対象にしたSLIM CITYモデルの応用—，日本都市計画学会，都市計画論文集，No.39-3，67-72，2004。
- 10) 新田・黄：二酸化炭素排出量とアクセシビリティからみた自転車重視型道路配置地区の評価，日本都市計画学会学術研究論文集，No.36，pp.547-552，2001。
- 11) 大橋・石坂：コンパクトシティ政策の実証分析—青森市を例にして—，日本建築学会計画系論文集，第74巻，第635号，177-183，2009。
- 12) 加知・加藤・林・森杉：余命指標を用いた生活環境質（QOL）評価と市街地拡大抑制策検討への適用，土木学会論文集D，Vol.62，No.4，p.558-573，2007。
- 13) 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。
- 14) 小松・加藤・吉田・野城：わが国における各種住宅の寿命分布に関する調査報告，日本建築学会計画系論文報告集，No.439，p.101-110，1992。
- 15) 湯澤・久野・奥宮・加藤・戸川・森島・丹羽英治：都市のエネルギー生産性に関する研究 その10 豊かさの計量手法の検討と都市のエネルギー生産性評価指標の検証結果，日本建築学会，学術講演梗概集，pp.1327-1328，2010。

(2011.5.6受付)

# An Evaluation System of Sustainability of Restructuring Metropolitan Region's Spatial Structure

Yuta SUZUKI<sup>1</sup>, Takuya TOGAWA<sup>2</sup>, Hirokazu KATO<sup>2</sup>, Yoshitsugu HAYASHI<sup>2</sup>

<sup>1</sup>DAIBIRU CORPORATION

<sup>2</sup>Graduate School of Environmental Studies, Nagoya University