全国小地区単位での住民のQOL評価と 将来変化予測

猪原 暁1・森田 紘圭2・杉本 賢二3・秋山 祐樹4・加藤 博和5・林 良嗣6

¹学生会員 名古屋大学 大学院環境学研究科(〒464-8603 名古屋市千種区不老町) E-mail:sinohara@urban.env.nagoya-u.ac.jp

²正会員 大日本コンサルタント株式会社 中部支社技術部(〒451-0044名古屋市西区菊井2-19-11) ³正会員 名古屋大学 大学院環境学研究科(〒464-8603名古屋市千種区不老町) ⁴正会員 東京大学 地球観測データ統融合連携研究機構 (〒153-8505東京都目黒区駒場4-6-1) ⁵正会員 名古屋大学准教授 大学院環境学研究科(〒464-8603名古屋市千種区不老町) ⁶フェロー 名古屋大学教授 大学院環境学研究科(同上).

本研究では今後予想される国土や社会の変化を踏まえ、日本が目指すべき国土のあり方とそのための施策検討に用いる指標として、住民の価値観を反映した「生活の質(Quality of Life: QOL)」指標を全国小地区単位で算出する方法論を開発し、現状及び将来の住民が得られるQOL値を算出した。将来推計では、人口分布と建物分布・築年数を考慮した土地利用の変化を予測するモデルを構築した。全国のQOL値を算出した結果、現状・将来共に三大都市圏と主要地方都市で高くなった。しかし、将来にわたっては全国的にQOL値が減少し、特に大都市では人口減少と現在以上の市街地の拡散により大幅に低下するおそれがあることが明らかとなった。また空家の増加がQOL値低下に大きく影響するため、既存ストックをどのように管理更新するべきかが重要な課題であることが明らかとなった。

Key Words: Quality of Life, unit of Detailed Districts, Land Use, Urban Sprawl

1. はじめに

東日本大震災や大型台風・ゲリラ豪雨頻発など、日本では近年、激甚災害が全国各地で発生している。今後も 地殻変動や気候変動により、これら巨大災害の脅威はま すます増大していくことが懸念され、その対応が急がれ ている。

他方,成熟社会を迎えた今後,少子高齢化と財政悪化が進む中で,高度経済成長期に大量に供給された住宅・インフラの劣化に伴う維持管理費用の増大や空家・空地の発生が本格的に進んでいくことが予想される.

財源制約がこれまで以上に厳しくなる中、限られた資源の中で自然災害リスク増大と社会システム脆弱化に対応するためには、これまでのような建物とインフラを別々に整備していくのではなく、土地利用のあり方を含めた総合的な対応を議論し検討していくことが求められる. 加えて、高齢化により非就業者が増加することが予想されている現在においては、経済面のみでなく、生活者の視点に立った評価・検討も求められる.

本研究では、将来予想される国土・社会やそれに影響

を与える外的条件の変化を踏まえ、今後目指すべき国土を検討する際に有益となる定量的情報を得ることを目的に、全国を対象として、都市環境の性能を小地区単位評価するシステムの構築を行う。その際、住民の価値観を反映した「生活の質(Quality of Life:QOL)」の考え方を用いた評価指標を提案し、日本全国で各地域の住民が得られるQOL値を算出する。合わせて、将来における土地利用の変化を予測するモデルを構築し、各地域が今後どのように変化していくかについて、QOL値の変化の観点から把握し、今後の国土のあり方について基礎的知見を得る。

2. 既往研究と本研究の位置づけ

現在、内閣府において幸福度の指標化や研究が実施され、経済的豊かさから個人の生活の質向上を目指した指標の開発が検討されている。前田ら¹⁾によると、こうした考え方は日本では、1971年に行われた「社会指標―よりよい暮らしへのものさし」をきっかけとして検討が

始まり、これまで様々な機関や団体が地域別に都市評価指標の作成に取り組んできた。朝日新聞社は「民力総合指標」を、東洋経済は「住みよさランキング」を毎年発行しており、国立環境研究所はSDI指標を策定している。これらの都市環境評価における共通の課題として、どの指標も各地域の平均や代表点における評価にとどまっており、地域内における詳細な分布や偏り、それによる問題点が明らかになり難いことがある。

他方, 生活の質に関連した評価方法に着目すると, 世 界保健機関(WHO: World Health Organization)は生活の質を 「一個人が生活する文化や価値観のなかで、目標や期待、 基準、関心に関連した自分自身の人生状況に対する認識」 と定義している. それを踏まえて浅見ら²⁾は、都市にお ける住環境を「住居や生活の場を取り巻く生活環境の総 体であり、狭義には物的な住宅周りの環境、広義には社 会的,経済的,文化的な指標をも含む」と定義した.加 知ら3は、都市・地域内を細分化したミクロ(地区)レベル において、環境の物理量と個人の主観的価値の両面から 計測される「生活の質(Quality of Life: QOL)」を指標 化し、「生活の質により調整された生存年数(Quality Adjusted Life Year: QALY)」を用いて評価する方法を提案 した. しかし、そうした詳細地区レベルでの定量的評価 は、そのための十分なデータを揃えることが従来は難し かったため、限られた地域での分析にとどまり、広域的 な評価は行われてこなかった.

本研究では、空間的な社会データの整備進展を踏まえ、加知らが開発したQOL評価方法をベースに、それを全国を対象として評価できる方法へと拡張する。そのため、新たに必要となるデータ整理とその作成を行った上で、それを用いた将来予測モデルを構築し、小地区単位で都市環境が居住者に与える影響を現在から将来にかけて評価を行う。

3. 全国小地区QOL評価システムの構築

(1) システムの基本的な考え方

a)生活の質の捉え方

都市環境政策における生活の質の定義として、Myers⁴ はQOLを環境の物理量と個人の主観的評価値の両面から計測される「住みよさ」の程度、言い換えれば「生活の充実度」としている。その上で、加知ら⁵はその構成要素を交通利便性(AC)、居住快適性(AM)、安全安心性(SS)とし、定量化を試みている。本研究では加知らを参考に、QOLを災害からの安全性、眺望や景観の良好度、社会資本や公共・民間施設の充実度から得られる「居住地区における環境の物理量LPs」と、そこに居住する「個人

表-1 使用データ一覧

データ仕様	空間データ・統計資料	発行者
小地区詳細データ	国土数值情報	国土交通省
	国勢調査地域メッシュ統計	総務省統計局
	建物ポイントデータ	東京大学地球観測データ 統融合連携研究機構
	確率的振動予測地図	防災科学技術研究所
	気象統計情報	気象庁
	全国デジタル道路地図	ESRIジャパン
	2次医療圏データ	ウェルネス
	商業統計	経済産業省
都道府県・市 区町村データ	全国市区町村界	ESRIジャパン
	交通事故統計年報	交通事故総合分析センター
	犯罪情勢	警察庁
	全国パーソントリップ調査	国土交通省
	住宅·土地統計調査	総務省
	建築着工統計調査·滅失統 計調査	国土交通省

の主観的な価値観 \mathbf{w}_{i} 」によって決定されるものと定義する.

b)評価単位

各地域の小地区単位での詳細な居住環境の把握には、 市町村の代表値や平均値でなく、その空間分布を把握することが重要である。そのため、本研究では評価単位と して、標準地域メッシュの第3次メッシュ(約1km)を 用いる。それにより、各地域の現状と将来変化を詳細に 把握することができる。また、3次メッシュベースの統 計データは比較的入手しやすくなっていることから、一 定のデータ精度を確保することが可能である。

c) 使用データ

GISを用いて既存空間データより、気候・建物・土地利用・公共施設・病院・インフラなど属性毎に必要な情報を抽出する。本研究で使用する既存空間データおよび既存統計資料を表-1に示す。なお、第3次メッシュでの集計が困難な指標については、市区町村単位データを用いる。また、本研究において重要な要素である建物立地状況については、秋山ら⁶が推計整備した全国約6,000万棟の建物ポイントデータを用い、それを小地区単位で集計する。

d) 将来変化時の前提条件

将来予測においては、マクロ的な人口変化(コーホート法により市区町村別に予測)を前提として、人口分布と建物分布が変化し交通インフラ等は整備しないものと仮定する。また、使用データの性質上5年ごとの将来推計を2040年まで行う。

(2) 生活の質の評価方法

a)QOL値の定式化

QOL値を式(1)~式(3)のように定式化する.

$$QOL_{i} = \mathbf{w}_{k}^{T} \mathbf{LPs}$$
 (1)

$$\mathbf{W}_{k}^{\mathrm{T}} = \left[w_{k}^{AC} \ w_{k}^{AM} \ w_{k}^{SS} \right] \tag{2}$$

$$\mathbf{LPs}_{i}^{T} = \begin{bmatrix} AC_{i} & AM_{i} & SS_{i} \end{bmatrix}$$
 (3)

ここで, QOL_{ki} は個人属性グループkの地区iでのQOL値, AC_i は交通利便性, AM_i は居住快適性, SS_i は安全安心性であり,この3要素を生活環境質向上機会と定義する.

さらに各要素を4つの評価項目で構成する.各評価項目は既往研究を参考に、指標間の独立性と土地利用との関係に留意しながら表-2のとおり設定した.

b)余命指標への換算

実際に計量するためには、主観的な価値観 \mathbf{w}_k^T に具体的な評価単位を与えることが必要となる。従来の住環境評価では、点数付けや貨幣換算などが用いられていたが、前者は点数の価値づけが説明できず、後者は非経済的側面を分析する際に問題が生じる点が指摘されている。したがって、本研究では医療分野において生活の質評価に用いられている「生活の質により調整された生存年数(Quality Adjusted Life Year: QALY)」を用い、式(4)のとおり定式化する。

$$QALY_{p} = \int_{a}^{a} W_{p}^{ool}(t)Ct \exp(-\beta t) \exp(-r(t-a))dt$$
 (4)

ここで, $QALY_p$ は個人pのQALY,a は評価開始年,T は期待余命, $W_p^{oa}(t)$ はt年での個人pの居住地のQOLによる重み, $Ct\exp(-\beta t)$ は年齢間の重み(=1), $\exp\{-r(t-a)\}$ は時間割引率(=1),C、 β 、 γ はパラメータである.

c)価値観の推計

主観的な価値観 \mathbf{w}_k^T を、コンジョイント分析により推計する。評価対象を全国としているため、本来であれば全国での値を推定し利用する必要があるが、本研究では戸川 7 が平成 22 年 9 月に名古屋都市圏で実施したアンケートを用いて価値観を算出する。

アンケートは住民に評価項目からなる2つの属性プロファイルを有する居住地を示し、どちらがより好ましいか選んでもらうものである。得られた結果を用い、式(5)、式(6)に示す2項ロジットモデルのパラメータを最尤推定法を用いて推定することによって、属性間の重みパラメータの特定が可能である。

$$P_{p}^{X}(i) = \frac{\exp(\boldsymbol{\beta}_{p}^{X^{T}} \mathbf{LPs}_{ip}^{X})}{\sum_{j}^{a,b} \exp(\boldsymbol{\beta}_{p}^{X^{T}} \mathbf{LPs}_{jp}^{X})}$$
(5)

$$U_{ip}^{x} = \boldsymbol{\beta}_{p}^{xT} \mathbf{L} \mathbf{P} \mathbf{s}_{ip}^{x} + \varepsilon_{ip}$$
 (6)

ここで, $P_p^X(i)$ は個人pが評価要素Xによって居住地iを選択する確率, β_i^x は評価要素Xの係数ベクトル, \mathbf{LPs}_v^x は評価要素Xの評価指標ベクトル, U_v^x は個人pの評価要素Xによる居住地iに対する好ましさ, $(X \equiv \{AC, AM, SS\})$ である.

表-2 各評価要素の評価項目および指標の整理

評価指標	評価要素		評価項目
交通利便性 AC	AC1	買物施設利便性	小売店舗までの交通利便性
	AC2	企業施設利便性	就業場所までの交通利便性
	AC3	文化施設利便性	公共文化施設までの交通利便性
	AC4	医療施設利便性	2次医療施設までの交通利便性
居住快適性	AM1	居住空間使用性	住民1人当たり居住床面積
	AM2	建物景観調和性	空家率
AM	AM3	周辺自然環境性	緑地面積割合
	AM4	生活空間快適性	体感温度(スコア換算値)
安全安心性 SS	SS1	地震危険性	地震による損失余命
	SS2	洪水危険性	河川浸水による損失余命
	SS3	犯罪危険性	年間刑法犯遭遇率
	SS4	交通事故危険性	年間人身事故遭遇率

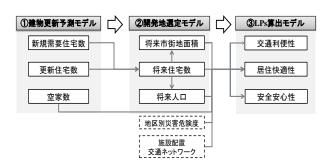


図-1 土地利用将来予測モデルの全体構成

重みパラメータ \mathbf{W}_i は \mathbf{LPs} 各要素のパラメータと,生存年数に対するパラメータの相対的な重み(\mathbf{LPsl} 単位から生み出される余命)として換算するものである.重みは地震による損失余命を居住地選択モデルの属性値として用いたうえで,式(7)のように定式化する.

$$W_{j} = \frac{\beta^{j}}{\beta^{\mu E}} \tag{7}$$

(3) 土地利用の将来変化をふまえた生活環境質向上機 会(LPs) 予測モデルの構築

現況だけでなく、将来におけるQOL値の把握を行うため、土地利用の将来予測モデルを構築する。具体的には、第3次メッシュ単位でのコーホート法による将来人口推計とマイクロ建物ポイントデータから、築年数の分布を用いて建物更新を予測する。さらに、新たな建物の立地予測を行うことで、土地利用変化を予測し、そこから将来のLPsを算出する。将来予測モデルの全体構成を図-1に示す。

a)建物更新予測モデル

住宅は一般的に、災害や老朽化などの理由によって、 建築されてから時間経過を経て徐々に滅失する.都市の 空間的広がりは建物の立地により決まると考えられるこ とから、本研究では、将来の土地利用変化を建物更新か ら予測するモデルを構築する.建物更新予測モデルの構 成を図-2に示す.

まず、榊原ら⁸が示す建築時期別の残存率曲線を用いて、残存住宅数と滅失住宅数を推測する。その上で、地区の人口変化から地区内の住宅総数を算出し、残存している住宅との差分から、新たに建設される住宅数を算出する。また、更新・除却されないものは空家になると仮定する。新規需要住宅数と空家数の算出式を式(8)と式(9)に示す。

$$\Delta H_{i}^{t} = \alpha \cdot P_{i}^{t} - \beta \cdot H_{i}^{t} - \gamma \cdot U_{i}^{t}$$
 (8)

$$\Delta E_i^t = (1 - \beta) \cdot (1 - \gamma) \cdot (1 - \lambda) \cdot H_i^t \tag{9}$$

ここで、 ΔH_i^t はt年の地区iの新規需要住宅数、 P_i^t は コーホート予測人口、 H_i^t は住宅数、 U_i^t は滅失住宅数、 β は残存率、 γ は更新率、 λ は除却率であり、総務省「住宅・土地統計調査」と国土交通省「建築着工調査」・「滅失統計調査」から、 γ は滅失住宅数の71%、 γ は空家化の10%と想定する.

b)開発地選定モデル

前項で求めた、新たに建設される住宅について、その立地を予測するため、開発地選定モデルを構築する。モデルは、現在の市街地密度に着目し、新たな開発がどの程度行われるかを算出するため、全国の平成17年度の建物用地割合と平成21年度の建物用地割合の増加率を用いて2次回帰により算出した(図-3)。なおR²=0.794となり、適合度が高い結果が得られた。

また開発地選定曲線により算出した新規建設住宅数を用いて、将来住宅数と将来市街地面積と将来人口を算出する. それぞれの算出式を式(10)~式(12)に示す.

$$FH_{i}^{i+5} = NWCH_{i}^{i} + \beta \cdot H_{i}^{i} + \gamma \cdot U_{i}^{i}$$

$$\tag{10}$$

$$UA_{i}^{i+5} = \frac{FH_{i}^{i+5}}{FH_{i}^{i}} \times UA_{i}^{i}$$

$$\tag{11}$$

$$POP_{i}^{i+5} = \frac{FH_{i}^{i+5}}{FH'} \times POP_{i}^{i}$$
(12)

ここで, $FH_i^{"5}$ はt+5年の地区iの総住宅数, $NWCH_i^{"}$ は新規開発住宅数, $UA_i^{"5}$ は市街地面積, $POP_i^{"5}$ は人口である.

(4) 各生活環境質向上機会の算出

以上から、将来におけるLPsを算出する.ここでは、 就業施設までの利便性、空家率、地震による損失余命の について述べる.

a)交通利便性(就業施設までの利便性)

交通利便性は就業,教育・文化,医療,買物・サービスの各施設への交通利便性(近接性)により構成される.各施設への近接性を評価する指標を式(13)のように定式化する.就業施設利便性の魅力値として,全産業事業所数を用いる.交通ネット―ワークは将来も現況のままと

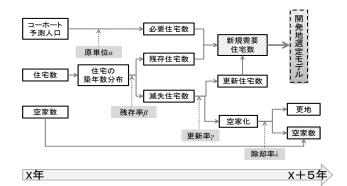


図-2 建物更新予測モデル

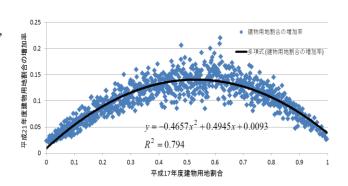


図-3 開発地選定曲線

仮定するが、人口立地は予測地を用いる.

$$AC_{i} = \sum \left\{ AT_{j} \exp\left(-\alpha c_{ij}\right) \right\}$$
 (13)

ここで, AC_i は地区iのアクセシビリティ,iは評価対象地区,jは目的地区, AT_i はj地区の魅力値, α は距離低減パラメータ, c_i は地区iからjへ移動する際の一般化費用である.

b)居住快適性(空家率)

平成20年住宅・土地統計調査(総務省統計局)から、空家を、「居住世帯のない住宅のうち、一時現住者のみの住宅と建設中の住宅を除いたもの」と定義する.建物ポイントデータから集計し、将来については建物更新予測モデルの結果を用いた.空家率は、現状値・将来値ともに、地区内の空家数を住宅数で除することで算出する.算出式を式(14)に示す.

$$AM_{2i} = \frac{EH_i}{FH} \times 100 \tag{14}$$

ここで、 AM_{2i} は建物景観調和性(空家率)、 EH_{i} は空家数、 FH_{i} は総住宅数である.

c)安全安心性(地震による損失余命)

地震による想定死亡確率は、内閣府中央防災会議の南海トラフ巨大地震対策検討ワーキンググループの推計方法に沿って算出した。想定される地震として、防災科学技術研究所による、今後30年における6%確率計測震度の領域図を用いた。木造・非木造割合は、マイクロ建物ポイントデータを用いて、市区町村ごとに算出した。現

状値および将来値の地震による損失余命算出式を式(15) に示す.

$$LLE_{e}(i, p) = LE(p) \times P(e) \times MG(i, e) \times Vr(MG) \times P_{death}(Vr)$$
(15)

ここで、 $LLE_{\epsilon}(i,p)$ は想定地震eに対する個人pの損失 余命、LE(p) は期待余命、P(e) は年発生確率、MG(i,e) は最大震度、Vr(MG) は建物被害率、 $P_{term}(Vr)$ は死亡確率である.

4. 全国小地区への適用

(1) 土地利用における変化

3章(3)で示した土地利用の将来変化予測を用いて,2010年と2040年における全国小地区単位での建物用地割合を算出した。その結果,三大首都圏郊外で建物用地の割合が増加している。この理由として,他地域に比べ三大首都圏では新規需要住宅数が多く,トレンドでは将来においても郊外化が進むことが予測されるためと考えられる。

また、空家率を算出した結果、2040年には現在よりも、全国的に空家率は増加傾向にあり、特に中山間地域と北海道での空家率増加が大きくなる。この理由として、中山間地域では人口減少率と高齢化率が高いために将来の新規住宅需要数が少なく、空家化する住宅数が多いことが考えられる。

(2) 現状および将来におけるQOL値分布

現状および将来におけるQOL値の推定結果を図4と図-5に示す。

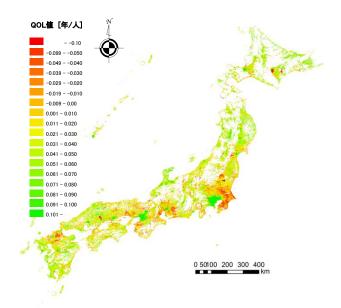


図-4 2010年のQOL値分布

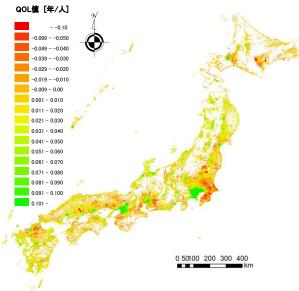


図-5 2040年のQOL値分布

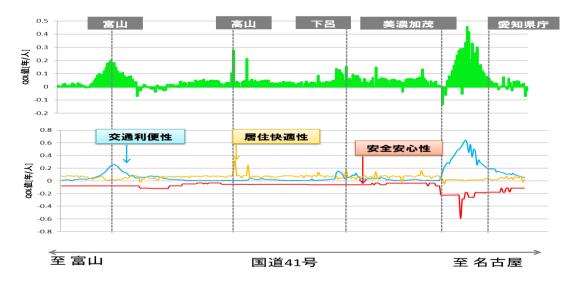


図-6 国道 41 号沿線での空間的変化

図4と図-5より、現状・将来ともに三大都市圏と主要地方都市ではQOL値が高い、居住快適性と安全安心性は低い値を示したが、交通利便性が他の地域よりも大きいことが要因と考えられる。また中山間地に注目すると、現状におけるQOL値は比較的高い、都市部よりも居住快適性が、沿岸部よりも安全安心性が高いためと考えられる

次に名古屋から富山を結ぶ国道41号線沿いでのQOL値の変化を示した結果を図-6に示す。名古屋市・富山市・高山市で特に高いQOL値を示した。特に名古屋市と富山市など都心部では交通利便性が高く,高山市では居住快適性が高い。美濃加茂市周辺では安全安心性が低く,それが低いQOL値の要因となっている。次に,現状と将来においてどの評価項目がQOL変化に起因しているかを明らかにするために,QOLに占める各評価項目の割合の全国平均値を図-7に示す。

図-7より、交通利便性(AC)と安全安心性(SS)が増加し居住快適性(AM)が低下している。交通利便性が向上した理由として、人口密度は低下するものの、中山間地の人口がより多く減少し、相対的に都心部の人口割合が大きくなるため、交通利便性が相対的に高くなる。一方、居住快適性が低下した理由としては、空家率の増加が著しく、その結果人口が減少し都市部の土地に余裕ができても、それが延べ床面積増加や緑地などの有効利用につながらないためと考えられる。将来QOL値向上のためには、今後人口が減少していく中で、既存ストックと土地利用のコントロールをどのように進めていくべきかが重要と考えられる。

5. おわりに

日本全国を対象に、住民の価値観を反映したQOL指標を用いて、標準地域メッシュの単位で現状のQOL値を算出するとともに、土地利用変化を予測するモデルを構築し、2040年までのQOL値の変化を予測した。その結果、以下の知見が得られた。

a) 現状・将来とも,三大都市圏と主要地方都市で高い QOL値結果を示した.その理由として,交通利便性の構 成割合が高いことが挙げられる.一方で,将来のQOL値 の減少もまた非常に高く,その主因が人口減少と都市域 拡散であることが明らかとなった.

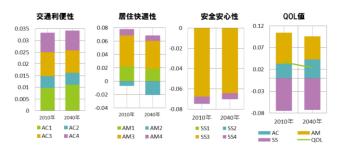


図-7 QOL値の構成割合変化

b) 現状トレンドでは、三大都市圏と主要地方都市を含め 全国的に将来のQOL値が減少することがわかった。その 要因の多くが土地利用の拡散によるものであり、建物と 土地利用のコントロールが重要であることが明らかとな った。

参考文献

- 前田展弘 (2007) : QOL (人生の質) とパーソナリティ に関する一考察—中高齢者に対する遡及 (回想) 調査を 通じた構造分析をもとに、ニッセイ基礎研所報 45、pp.47-83
- 2) 浅見泰司ほか(2001): 住環境-評価方法と理論-, 東京大 学出版会
- 3) 加知範康・加藤博和・林良嗣・森杉雅史(2006): 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DVol.62, No.4, pp.558-573
- Myers, D (1998) : Building Knowledge about Quality of Life for Urban Planning, APA journal, pp79-106
- 5) 加知範康(2007): 市街地の社会的価値評価の方法論と その撤退・再集結計画への適用,名古屋大学博士学位論 文
- 6) 秋山祐樹・小川芳樹・仙石裕明・柴崎亮介・加藤孝明 (2013): 大規模地震時における国土スケールの災害リスク・地域災害対応力評価のためのミクロな空間データの基盤整備,第47回土木計画学研究・講演集(CD-ROM.
- 7) 戸川卓哉 (2009): 環境・経済・社会のトリプルボトム ラインに基づく利二億世評価システム-都市域集約政策へ の適用-,名古屋大学博士学位論文
- 8) 榊原渉 (2009): 中古住宅市場の可能性 (特集 開発案件 減少により, 買取再販事業が流動化の促進へ住宅流通市 場が変わりリノベーション住宅最前線), プロパティマ ネジメント, 10, pp.20-22

EVALUATION SYSTEM OF RESIDENTIAL QUALITY OF LIFE BY THE UNIT OF DETAILED DISTRICTS AND ITS FORECAST OF FUTURE CHANGES

Satoru INOHARA, Hiroyoshi MORITA, Kenji SUGIMOTO, Yuki AKIYAMA, Hirokazu KATO and Yoshitsugu HAYASHI