余命指標を用いた生活環境質の評価と市街地拡大抑制策への適用

名古屋大学大学院　学生会員　○大島茂　加知範康　　名古屋大学　学生会員　岑貴志
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

日本の都市では，高度成長期以降，モータリゼーション進展や人口増加を背景に，開発が進んでいなかった地域にも市街地が拡大してきた．このような地域は一般に，交通利便性が低く，災害危険性も高いことが多い．同時に，自動車依存型のライフスタイルによる地球環境への負荷や，市街地拡大を支えるためのインフラ維持管理コストの増大を招くことが懸念される．

このような状況は長期的には，地域全体の生活環境の低下を招くことになる．これが住民の流出を引き起こし，それに伴う税収の減少が自治体財政の圧迫を助長することになる．以上は，人口減少・経済成熟下における都市の持続可能な発展にとって深刻な懸念である．これに対処するために，今後は，市民の生活環境質の向上を目的とした，都市空間再構築手法の検討が必要となる．

そこで本研究では，地球環境問題や自治体財政問題といった制約条件下において，生活環境質を最大化させる都市形態を実現するための市街地評価手法を構築することを目的とする．具体的には，市街地内各地点における生活環境質を評価する定量指標として「Quality-Adjusted Life Year (QALY)[1]」を用い，それの大小に基づく市街地の撤退・再集結[2]地区選定の枠組みを示す．

2　余命指標を用いた生活環境質の評価手法

2.1　余命指標 QALY の概念

QALY とは，生活の質により調整される生存年数のことで，もとは医療資源の最適配分のための意思決定指標として開発された．要するに，生活の質(Quality of Life)を，人間の余命に換算するものである．定義は式(1)のとおりであり，実際に個人 p の QALY を計算する際には式(2)が用いられる．

$$QALY_{gain} = l_e \times q \tag{1}$$

l_e：期待余命
q：健康状態に基づく生活の質

$$QALY(p) = \int_a^{a+T} w(p;t) Ct \exp(-\beta t) \exp\{-r(t-a)\} dt \tag{2}$$

$QALY(p)$：個人 p の QALY
a：調査開始年　T：期待余命
$w(p;t)$：t 年での個人 p の健康状態を表す重み
$Ct\exp(-\beta t)$：年齢間の重み
$\exp\{-r(t-a)\}$：時間割引率

本研究では，この QALY を用いて生活環境質を評価することを試みる．

2.2　地区への居住から得られる“生きがい”の評価

本研究では，都市内各地区での(a)交通利便性：Accessibility，(b)居住快適性：Amenity，(c)災害安全性：Hazard，の度合いを合わせて，“Chance of Livability (COL)：生きがいを得られる機会”としてとらえる．そして，この COL に「居住者の価値観を表す重み」を乗じたものを“Livability (L)：生きがい”と定義する．この“生きがい”を評価することが，生活環境質を評価することと同義であると考える．COL の階層構造を表 1 に示す．

表 1　COL 階層構造と属性・水準

		属性	水準1	水準2
Chance of Livability	Accessibility	就業利便性	通勤距離1km	通勤距離5km
		教育・文化利便性	通学距離1km	通学距離5km
		健康・医療利便性	病院まで1km	病院まで5km
		買物・サービス利便性	スーパーマーケットまで1km	スーパーマーケットまで5km
	Amenity	居住空間	誘導居住水準住宅	最低居住水準住宅
		街並み	よい	わるい
		周辺自然環境	自然が多い	自然が少ない
		交通騒音	55dB	70dB
	Hazard	地震被害	被害なし	50%の建物が全半壊
		洪水被害	被害なし	床上浸水
		犯罪	0（件/年）	5（件/年）
		交通事故	0（件/年）	5（件/年）

2.3　生きがい評価のための余命指標の定式化

式(2)を用いて，居住地域から得られる市民の“生きがい”を評価するための余命指標を定式化する．

$$QALY(h,l) = \int_a^{a+T} L(h,l;t) Ct \exp(-\beta t) \exp\{-r(t-a)\} dt \tag{3}$$

$QALY(h,l)$：地区 l における個人 h の QALY
a：調査開始年(年)　T：期待余命
$L(h,l;t)$：t 年での個人 h の地区 l における生きがい
$Ct\exp(-\beta t)$：年齢間の重み
$\exp\{-r(t-a)\}$：時間割引率

$$
\begin{aligned}
L(h,l;t) &= \left\langle COL(l;t), P(h;t) \right\rangle \\
&= \left\langle COL\begin{bmatrix} AC(l;t) \\ AM(l;t) \\ H(l;t) \end{bmatrix}, P\begin{bmatrix} w_{AC}(h;t) \\ w_{AM}(h;t) \\ w_{H}(h;t) \end{bmatrix} \right\rangle \\
&= w_{AC}(h;t)AC(l;t) + w_{AM}(h;t)AM(l;t) \\
&\quad + w_{H}(h;t)H(l;t)
\end{aligned} \tag{4}
$$

$COL(l;t)$：t年での地区lにおける“生きがいを得られる機会”
AC : Accessibility　AM : Amenity　H : Hazard
w：個人の価値観

2.3 個人の価値観の推計

個人の価値観wは，コンジョイント分析により推計する．表1に示した，COL要素の属性と水準を元に，直交配列表を用いて，属性毎に水準の異なる10のプロファイルを作成した．

アンケート調査により，属性毎のプロファイルの順位関係を得ることができれば，属性間の重み，すなわち個人の価値観wを，コンジョイント分析により推計することが可能である．

3 余命指標を用いた撤退・再集結地区特定法の構築

3.1 撤退・再集結地区特定のための指標

撤退・再集結地区特定のために，Social Value(SV)の概念を提示し，式(5)のように定式化する．

$$
SV(l) = \frac{\sum_{h=1}^{m(l)} QALY(h,l)}{LCC(l)} \tag{5}
$$

$SV(l)$：地区lにおける Social Value
$QALY(h,l)$：地区lにおける個人hのQALY
$m(l)$：地区lの総人口
$LCC(l)$：地区lを維持するために必要なライフサイクルコスト

SVは，地区の維持に必要なライフサイクルコストに対して，どの程度のQALYが存在しているかを測る指標であり，このSVの低い地区を撤退候補地区とする．また，式(6)に示す，再集結に伴い発生する追加的投資コスト当たりのQALYの変化，すなわち，QALY改善施策の費用対効果の高い地区を再集結候補地区とする．

$$
RC(l) = \frac{\partial \left\{ \sum_{h=1}^{m(l)} QALY(h,l) \right\}}{\partial \{LCC(l)\}} \tag{6}
$$

$RC(l)$：地区lにおける長期投資コスト当たりのQALYの変化率

3.2 撤退再集結地区特定の枠組み

撤退・再集結の実施による都市空間利用の再構成は図2に示すように，ⅰ)各地区について撤退あるいは再集結すべきかどうかを評価する過程，ⅱ)評価結果を基に撤退候補地区・再集結候補地区を選定する過程からなる．

これらのプロセスにおいては，都市空間利用に影響を与える多様な要素の計測や評価を行うために，地図と組み合わせた情報の視覚的な表現と，空間的な分析を行う機能が必要となることから，GISを使用して分析を行う．

本研究では対象都市全域をメッシュに分割し，各メッシュについてSVを算出し，撤退・再集結地域の特定を行う．今回は撤退･再集結の対象を住宅に限定し，商業・工業施設は扱わない．

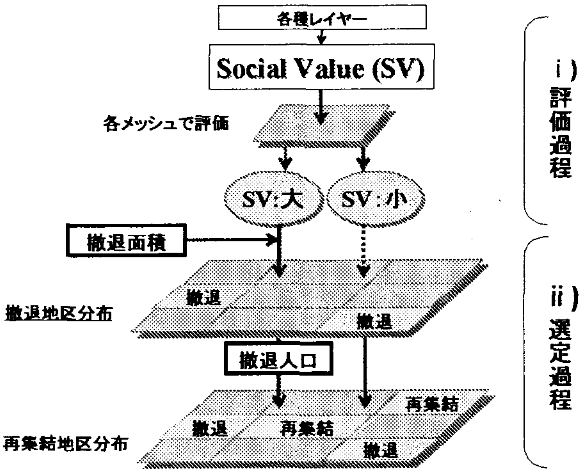

図1 撤退･再集結地区特定の全体構成

4 おわりに

本稿では，生活環境質の評価における基本概念としてのQALYの提案，および定式化と，Social Valueを用いての撤退・再集結地区特定法を示した．今後は，実際の都市を対象とした分析を行っていく予定である．

<参考文献>
1) Petrou S, Renton A. The QALY: a guide for the public health physician. Public Health 1993;107(5):327-36.
2) 眞田・林・加藤・加知・高木：都市空間コンパクト化のための撤退・再集結地区特定に関する基礎的研究，土木計画学研究講演集，No.29，CD-ROM，2004