

LCA手法と住民選好調査を利用した 地方自治体のまちづくりの環境効率評価

栗島 英明¹・瀬戸山 春輝²・田原 聖隆³・玄地 裕³

¹正会員 理博 研究員 (独)産業技術総合研究所 ライフサイクルアセスメント研究センター
(〒305-8569 茨城県つくば市小野川16-1)

E-mail:h-kurishima@aist.go.jp

²非会員 工修 東急建設株式会社 建築エンジニアリング部 (〒150-8340 東京都渋谷区渋谷1-16-14)

³非会員 工博 (独)産業技術総合研究所 ライフサイクルアセスメント研究センター

地域における様々な活動が地球規模の環境問題の要因となっているため、地方自治体においても地域住民のニーズだけでなく、地域の内外で暮らす人々や生態系への環境影響にも配慮しつつ、自らのまちづくりを推し進めなければならない。そのためには、まちづくりによって実現される地域の便益の向上と生じる環境影響を定量的に把握して比較し、意思決定や改善につなげていくことが重要であり、環境効率の概念の援用が有効であると考えた。本研究では、まちづくりの環境効率を「まちづくりによる住民便益／まちづくりのライフサイクル環境影響」として検討した。まちづくりの環境影響と住民便益は、まちを構成する施設の種類・規模を基準として、環境影響は日本版被害算定型環境影響評価手法(LIME)で、住民便益は住民選好から便益を測るコンジョイント分析の選択型実験を用いてそれぞれ貨幣価値にし、比較を行った。そして、三重県多気町のまちづくりにこの手法を適用した。

Key Words : local government, town development, eco-efficiency, local residents' benefit,
Life Cycle Assessment(LCA), choice experiment, conjoint analysis, Mie prefecture

1. はじめに

地域における様々な活動は、地球温暖化や酸性化などの様々なスケールの環境問題につながっている。そのため、環境問題の解決に向けた地域レベルの取り組みが重要であり、地方自治体の積極的な関与が期待されている。国連環境開発会議で採択されたアジェンダ21においても、その28章で、持続可能な発展に向けて地方自治体が「経済的、社会的、環境的な基盤を整備し、運営し、維持管理するとともに、企画立案過程を監督し、地域の環境政策、規制を制定し、国等の環境政策の実施を支援する(28-1)」ことを期待している。

地方自治体が係わる経済・社会・環境保全的な基盤の整備とは、換言すれば「まちづくり」である。地方自治体は、地域住民のニーズに応えたまちづくりを行う使命を有するが、際限のないニーズに沿った施策を実施していくだけでは、環境影響は増大し、持続的な発展にむすびつかない。そこで地方自治体は、地域住民のニーズだけでなく、地域の内外で暮らす人々や生態系への環境影響にも配慮しつつ、自らのまちづくり

を推し進めることが求められている。

そのためには、まちづくりによって実現される地域住民の便益の向上と、それにより生じる環境影響とを定量的に把握して比較し、1つの判断材料としてまちづくりの意思決定や改善に取り入れていくことが重要である。しかし、その比較の手法は、十分に確立されていないのが現状である。

そこで本研究では、まちづくりに伴う環境影響をライフサイクルアセスメント(LCA)で、まちづくりによる住民の便益の向上を住民選好のコンジョイント分析でそれぞれ定量化し、企業の環境面でのパフォーマンスの指標となっている環境効率の概念を援用して評価する手法を提案する。なお、「まちづくり」という語には、施設整備などのハード的要素だけでなく、コミュニティ育成などのソフト的要素も含まれている。本研究では、ハード的要素である施設整備を中心にまちづくりの環境効率について検討を実施した。

2. 研究の手法

(1)環境影響の算出方法

まちづくりの環境影響は、事業アセスメントで評価される当該開発地点からの直接的な負荷物質の排出によるものだけでなく、資材やエネルギー製造などに伴う間接的な物質の排出や資源消費も含まれる。このため、まちづくりの評価にLCA手法を取り入れることが必要である。まちづくりのLCA手法に関しては、例えば井村編(2001)¹⁾が社会資本整備のLCAに関する枠組みと数多くの事例についてまとめている。面的開発については、伊藤ら(1995, 1996)²⁾がニュータウンの造成から運用までを含めた二酸化炭素(CO₂)量の評価を行い、いくつかの改善技術によるCO₂削減効果について言及している。また、これまでの多くの研究は、LCCO₂やインベントリ分析までに留まっていたが、林ら(2000)³⁾が公共交通システムや都市構造改変を、松本ら(2000)⁴⁾がディスプレイを対象として、問題比較(mid-point)型のライフサイクル影響評価手法を用いた評価を行なっている。また、加藤・芝原(2004)⁵⁾や栗島ら⁷⁾は、被害算定(endpoint)型の評価手法である日本版被害算定型環境影響評価手法(Life-cycle Impact assessment Method based on Endpoint modeling: LIME)を用いたライフサイクル影響評価を行っている。

LIMEは、地球温暖化などの環境問題を通じて発生する被害量を定量的に求め、これに基づき環境影響の統合化を行う被害算定型の評価手法である。従来の問題比較型手法に比べ、LIMEにより求めた被害量は、科学的に定量されているために透明性が高く、4つの保護対象にまで絞り込まれているために重み付けがスムーズになるという利点を有する。また、統合化された環境影響を貨幣価値という形で表すことができるため、環境効率や環境会計への応用が期待できる。さらに、LIMEは日本のバックグラウンドデータに基づいた日本独自の手法である。

環境効率は、従来はCO₂排出量やエネルギー消費量、資源消費量といった環境問題ごとに算定することが多かったが、評価結果の項目が増えてしまい、環境負荷同士のトレードオフも考慮できない。現在では、LIMEによって統合化したうえで環境効率を利用して活動を評価する事例が増えつつある⁸⁾。

以上を踏まえ、本研究では、複数の環境負荷項目について産業連関表と積み上げ法を組み合わせたハイブリッド法によるインベントリ分析を行ったのちに、LIMEによってライフサイクル環境影響を統合化する。なお、LIMEの特性化や被害評価、統合化については伊坪・稲葉(2005)⁸⁾に詳しい。

(2)地域住民の便益の算出方法

施策の便益の算出については、公共事業の投資効率を評価する費用便益分析において定量化の事例がある。しかしながら、費用に比べて便益は、その規模や内容に伴って便益の享受する主体が変化することや、そうした様々な主体の主観的な選好が入り込むことから、その定量化は難しい。まちづくりに関わる全ての主体の便益を定量化することは困難であることから、本研究ではまちづくりが行われる地域内に居住する住民の便益に対象を絞って、定量化を試みた。今回、対象を住民の便益としたのは、事業を実施する自治体への納税者であり、事業によって大きな影響を受ける住民の意向を正しく把握することがまず必要と考えるためである。

地域住民の便益を推計するにあたっては、多次元にわたる価値を代替することが可能な最も普遍的な評価単位である貨幣価値で示すことが望ましい。まちづくりのように通常市場取引されない対象の便益を貨幣価値化して評価する手法としては、便益移転のほか、トラベルコスト法やヘドニック法などの顕示選好(RP)法と仮想市場法(CVM)やコンジョイント分析などの表明選好(SP)法がある。

RP法は、実際に支出された金額で捉えられるために、結果の確実性はあるが、トラベルコスト法は主としてレクリエーション性を持つものに適用範囲は限られている。また、ヘドニック法は、幅広い便益に適用が期待されるが、地価の評価軸が明確に定まっておらず、不動産に関するデータも不足している農村部では、地価関数の推定が困難である。一方、SP法は、対象の価値を直接尋ねる手法である。実際の支払い行動を伴わないことや推定精度を低下させる様々なバイアスの存在から、結果の不確実性が指摘されているが、様々な対象に適用可能であるほか、まちづくりの価値を直接尋ねるために地域住民の便益をもっとも端的に表す手法であることから、近年研究がさかんな手法である。

また、CVMが1つの属性に対する価値を計算する手法なのに対し、コンジョイント分析は、対象を構成する属性を組み合わせたプロファイルに対する選好行動から、個々の属性の効用と対象全体の効用を求める手法である。つまり、まちを構成する施設の種類・規模を属性とすれば、属性間の評価ウェイトを知ることができ、LCAによる環境影響の結果と同じように個々の施設の種類・規模ごとの便益が定量的に求められる。また、同手法では属性項目に負担金額を入れておくことで、支払意思額(WTP)を求めることができる。そこで本研究では、SP法の1つであるコンジョイント分析を用いた便益の推計を行った。

コンジョイント分析については、鷺田(1999)⁹や栗山・庄子(2005)¹⁰などの環境経済学分野で多くの研究事例がある。また、公共事業の評価手法¹¹⁾としても取り上げられている。

(3) まちづくりの環境効率

環境効率は、1994年に「持続可能な発展のための世界経済人会議(WBCSD)」が開発した「資源消費及び環境負荷を最小化し、サービスを最大化させる」ための概念である。日本においては、主に企業や製品の評価に導入されているが、OECD(1999)¹²⁾は、これを地域社会や政府部門へ導入することを提唱している。

本研究では、環境効率の概念をまちづくりの評価に援用することとし、まちづくりの環境効率指標を、定量化したまちづくりのライフサイクル環境影響と地域住民の便益を用いて、式(1)で求めた。

まちづくりの環境効率＝

$$\frac{\text{まちづくりによる地域住民の便益}}{\text{まちづくりのライフサイクル環境影響}} \quad (1)$$

環境影響と便益を定量化する単位として、産業環境管理協会(2003)¹³⁾は、街区・都市レベルの環境効率評価においては、「如何なる空間がどれだけあるか」が基本となるとしている。これを踏まえ、本研究では、まちを構成する施設の種類の・規模ごとに環境影響と住民便益を推計し、その集合体としてのまちづくり評価を実施した。

3. 三重県多気町におけるケーススタディ

(1) ケーススタディの概要

今回、ケーススタディの対象とした三重県多気町では、ショッピングセンターを中心とした生活関連施設の誘致・整備を目的としたまちづくり事業を計画している。行政・住民・学識者で構成されたまちづくり委員会における基本計画策定の段階で、便益や環境に関する具体的なデータが存在しなかったことから、誘致施設の種類の・規模を決定することができず、2005年3月に策定された基本計画では、住民アンケートで挙げられた欲しい施設を列挙するのみであった。本研究では、こうした基本計画を策定する際に、「どのようなまちづくりを進めるべきか」を検討するための基礎資料として利用されることを目指した。

(2) 構成施設のライフサイクル環境影響の算出

本調査で想定した施設の種類の・規模は表-1の通りであり、実際の基本計画に列挙されたものである。そして、想定した施設の種類の・規模に応じて、建設段階と運用段階の環境影響を求めた。なお、商業施設は一般的に更新周期が短いことから、今回取り上げたすべての施設について運用段階を20年と仮定した。また、施設の種類の・規模に関係なく、施設誘致が予定されている約10haの用地の土地造成と約900mの取り付け道路の整備についても環境影響を求めた。

環境影響項目は、地球温暖化(CO₂, CH₄, N₂O)、酸性化(SO_x, NO_x)、都市内大気汚染(SO_x, NO_x, PM)、廃棄物問題(埋立廃棄物)といった環境負荷物質の排出によるもののほか、資源消費(石油、石炭、天然ガス、鉄鉱石、銅鉱石、ボーキサイト、石灰石)も対象とした。

施設の建設段階の環境負荷の推計にあたっては、まず施設用地の造成と取り付け道路の整備などの土木工事は、地域の地形・地質・植生などによって結果が異なることから、造成計画の試案をつくり、標準歩掛等を用いて工事数量を推計し、インベントリ分析を行った。また、施設の建築については、基本計画策定時には建物の詳細な仕様が不明なため、日本建築学会(2003)¹⁴⁾および南齋ほか(2002)¹⁵⁾の産業連関表から推定されたインベントリデータを用いて推計した。

運用段階の環境負荷の推計にあたっては、施設でのエネルギー・水使用量および汚水の発生量を単位面積(もしくは世帯)あたりの統計データ¹⁶⁾¹⁷⁾¹⁸⁾や類似施設の実績データ¹⁹⁾から、廃棄物の発生量を羽原ほか(2002)²⁰⁾から求めた。バックグラウンドデータは、JLCA-LCAデータベース²¹⁾やAIST-LCAver.4²²⁾のデータベースといった既存データと、多気町が実際に使用しているごみ焼却施

表-1 対象施設の概要

施設種類	想定規模・構造	施設概要
商業施設	4,000～32,000㎡・S	スーパーを中心とした物販施設
余暇施設	公園	2,000㎡・S
	飲食街	980㎡・S
	カラオケボックス	600㎡・S
	温浴施設	2,600㎡・S
	カルチャー・学習教室	1,200㎡・S
	映画館	2,500㎡・S
	スポーツジム	1,500㎡・S
医療施設	診療所	200㎡・S
	メディカルモール	870㎡・S
	総合病院	4,000㎡・S
賃貸集合住宅	720～7,200㎡・RC	10～100戸

S:鉄骨造、RC:鉄筋コンクリート造

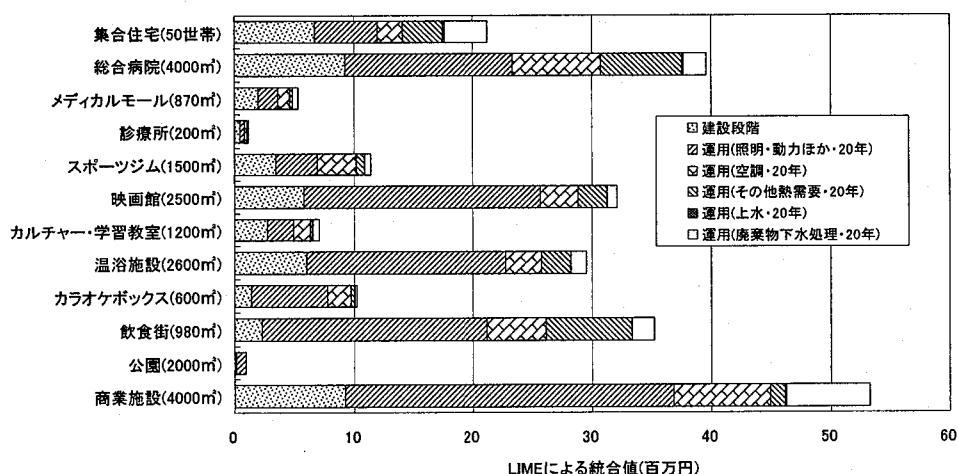


図-1 施設のライフサイクル環境影響

設・灰溶融施設・下水処理施設などにヒアリング調査を行って得た実績データから作成したデータを用いた。これらをLCAソフトウェアAIST-LCAVer.4に入力し、積み上げ法で環境負荷を推計した。

以上のインベントリ分析の結果に、LIMEの統合化係数を乗じてライフサイクル環境影響を求めた。図-1にその結果を示す。

商業施設をはじめとして業務施設は、「照明・動力ほか」「空調」といった運用時の電力消費が、環境影響の要因となった。商業施設は、電力消費がほとんどで、廃棄物処理の影響も大きかった。公園は、他の施設と比較して影響自体が非常に小さかった。飲食街は、建設段階と比べて運用時の影響が大きく、単位面積あたりの環境影響の原単位も他の施設よりも大きかった。特に調理に伴う熱需要の割合が他の施設よりも大きくなった。カラオケボックスは、カラオケ機器や換気動力が大きいため、照明動力の影響が大きかった。スポーツジムは、ルームランナーなどの屋内トレーニング機器を使用するものを想定しているため、空調の割合が高めであった。映画館と温浴施設は既存施設の実績値を用いたが、同じような傾向を示した。医療施設は、建設・照明・空調の比率はほぼ同じであるが、総合病院は、入院設備の影響で熱需要の割合が大きくなった。最後に集合住宅であるが、業務施設と比べて、熱需要と廃棄物処理の割合が大きかった。

(3) 地域住民の便益の算出

先述のように、今回の検討では、地域住民の便益をコンジョイント分析で算出した。表-2に示した属性と水準から、直交計画法を用いて32のプロファイルを作成し、そこから任意に選ばれた計画案4つと「どれも選ばない」の計5つのプロファイルの中から1つを選択する選択

型実験と呼ばれる方法を1世帯につき8回実施した。複数のプロファイルの中から1つを選択する選択型実験は、ペアワイズ評定型などの他の方法に比べ、実際の市場行動に近く、回答者も回答しやすいとされる。なお、ここで設定された属性と水準については、住民・自治体へのヒアリングとプレテストの結果に基づいて設定された。施設の情報は、生活に関わりのある比較的理想しやすい施設であることから、近隣市町村にある類似施設名を示すのみとし、恣意的な誘導を避けるために具体的な得失の情報は示していない。

調査の概要を表-3に示す。回答者は住民基本台帳から20歳以上の住民について無作為抽出を行った。調査は郵送法で実施し、600部(世帯)に配布して、293部の回答を得た。なお、選択型実験特有の設問形式には不慣れな回答者(無回答など)も多く、コンジョイント部分の有効

表-2 コンジョイント分析の属性と水準

	属性1	属性2	属性3	属性4	属性5
	誘致する物販施設の規模	整備する賃貸集合住宅	誘致する医療施設	誘致する余暇施設	一世帯あたりの負担金額
水準1	食品スーパー(4,000m ²)	整備しない	整備しない	整備しない	10,000円
水準2	小型 総合スーパー(8,000m ²)	10世帯分	診療所	公園	20,000円
水準3	中型 総合スーパー(16,000m ²)	50世帯分	メディカルモール	飲食街	50,000円
水準4	大型 総合スーパー(32,000m ²)	100世帯分	総合病院	カラオケボックス	100,000円
水準5	—	—	—	温浴施設	—
水準6	—	—	—	カルチャー・学習教室	—
水準7	—	—	—	映画館	—
水準8	—	—	—	スポーツジム	—

表-3 調査概要

回答者の抽出方法	住民基本台帳からの無作為抽出
調査方法	郵送法(郵送配布・郵送回収)
回収数/配布数(回収率)	293/600(48.8%)
回答者性別比(男性:女性)	134:159
回答者年齢構成	20歳代:15.3%
	30歳代:17.9%
	40歳代:16.4%
	50歳代:27.2%
	60歳以上:23.1%
回答世帯平均世帯人員	3.9人
コンジョイント試行数	8回/世帯
コンジョイント部分有効回答数(有効回答率)	1966サンプル(83.9%)

回答率は全回答の83.9%であった。調査では、選択型実験の質問に加え、選択を行う上で考慮した点や選択肢として出てきた施設に対する感想について自由回答形式で尋ねた。

回答者は、調査が世帯単位の支払意思額を尋ねるものであったために、50歳代以上がやや多くなっているが、高齢化が進んでいる町でもあり、町内の年齢階層別人口構成とそれほど乖離していない。このため、多気町住民の意見を反映したものとして本研究を捉えることが可能である。

選択型実験は、人々の効用を確定要素(確定項)と不確定要素(誤差項)から成ると想定するランダム効用モデルに基づいている。本研究では、確定項の効用関数について、いくつかの関数形による検討を行ったのちに、以下の効用関数式(2)を仮定した。

$$V = \beta_{sm} SM + \beta_{sm^2} SM^2 + \sum_{d=1}^7 \beta_{rec} REC_d + \sum_{d=1}^3 \beta_{medi} MEDI_d + \beta_{resi} RESI + \beta_{cost} COST + \sum_{d=1}^n \beta_{cros} CROS_d \quad (2)$$

ここで、 V は確定項を表す。 SM は商業施設の規模($\times 1,000m^2$)、 $RESI$ は賃貸住宅の規模(世帯数)を、 $COST$ は一世帯あたりの税金負担額($\times 10,000$ 円)を表す変数であり、 REC は各余暇施設、 $MEDI$ は各医療施設のダミー変数である。また、 $CROS$ は交差項のダミー変数で、今回は、総合病院と高齢者世帯の交差項を検討した。効用関数のパラメータ β は、栗山(2003)¹⁹⁾のExcelシートを改変したものをを用いて、条件付ロジットモデルで推定した。

推定結果を表-4に示す。ここで推定された β は各属性に対する住民の評価の重み付けを表しており、ミクロ経済学では限界効用を意味する。また、一世帯あたりの税金負担額を属性に含めたことで、支払意思額(WTP)も推計された。今回の分析では、t検定の結果、カルチャー・学習教室とスポーツジム以外は全て1%もしくは5%水準で有意な結果と判定された。

ライフサイクル環境影響と対比する住民の便益は、算定されたWTPに多気町の世帯数3,520を乗じることで求めた。

また、表の結果と選択(非選択)理由への回答から、以下のことがわかった。商業施設の規模については、極大値を持つ凸関数と推定された。これは、施設規模が大きくなるにつれて取り扱う商品等が質・量ともに増加し、住民の利便性が向上する一方で、それに伴う渋滞や軽犯罪の増加が懸念されたためと考えられた。また、アンケートによれば、調査世帯のほとんどが自家用車を保有しており、さらに自由回答では、隣接する松阪市や明和町に既にある大規模ショッピングセンターで十分であるとの意見もあり、このことも、WTPが低かった原因と考えられる。

余暇施設はほとんどがプラスの評価であったが、カラオケボックスが大きなマイナスとなった。カラオケに対する需要のなさもさることながら、治安や周辺環境の悪化を理由に挙げる回答も多かった。

また、医療施設は、35,200～70,500円の高いプラス評価となったが、これは町内に医療機関が少ない(診療所は9件、一般病院は0件)ためと考えられる。町内に総合病院がないので整備して欲しいという内容が自由回答にも多く書かれていた。高齢者世帯と総合病院の交差項が17,100円とプラスとなっていることから、高齢化のすすむ町内で設備の整った医療機関の存在を望んでいる現状が定量的に示された結果であると考えられる。

最後に賃貸住宅の整備がマイナスとなったが、これは多気町の持ち家率が94.8%(2000年国勢調査)と高く、ア

表-4 コンジョイント分析による推定結果

	β	MWTP (千円)	
世帯あたり支出額	-0.201		***
商業施設の規模(1000㎡)	0.047	2.3	***
商業施設の規模(1000㎡)の二乗項	-0.001	-0.06	***
公園	0.460	22.9	***
飲食店街	0.458	22.8	***
カラオケ	-0.648	-32.2	***
余暇施設	温浴施設	0.573	28.5 ***
	カルチャー・学習教室	-0.130	-6.5
	映画館	0.534	26.6 ***
	スポーツジム	0.142	7.1
	診療所	0.708	35.2 ***
医療施設	メディカルモール	1.142	56.9 ***
	総合病院	1.415	70.5 ***
賃貸住宅の規模(10世帯)	-0.017	-1.0	**
総合病院と高齢者世帯の交差項	0.343	17.1	**
N	1966		
LRI	0.122		

:5%水準で有意, *:1%水準で有意

ンケート以前のヒアリング調査で賃貸住宅に対して地域のルールを守らないなどのマイナスイメージがあることがわかっており、このことも影響していると考えられる。

(4) 環境効率による複数案の比較

住民の便益と環境影響がそれぞれ同じ施設の種類・規模ごとに推定されたため、環境効率の観点から複数のまちづくり計画案の相対的な比較が可能となる。表-5に示したまちづくり計画案は、便益が最大となる計画案(計画案1)、基本計画策定時に挙げられた複数案(計画案2, 3)および2006年2月に公表された実際の計画案(計画案4)を参考にしている。

計画案1は、便益が44,100万円と例示した計画案の中では高い値を示していたが、施設規模が大きく、環境影響が大きくなったため、環境効率では1.256となった。また、計画案2のようにカラオケボックスなどの望まれない施設が含まれると便益は5,700万円と小さくなった一方、環境影響は40,300万円と大きくなり、環境効率は0.141と非常に低くなった。計画案3は、商業施設の規模は8,000㎡と大きくなかったが、環境影響が15,000万円と低く抑えられていた。また、メディカルモールが便益を大きくしたことから、環境効率は2.107と例示したものなかで最も高い値となった。計画案4は、現行のまちづくり案に最も近い案であり、便益と環境影響がほとんど同じとなった。以上より、今回提案した住民便益と環境影響による環境効率においては、計画案3が例示した計画案のうちでもっとも優れたものであるということが出来る。このように、複数案について比較可能な定量データは、意思決定の透明性を高めることに寄与する。また、医療施設の中では診療所の環境効率が最も高いものの、これを計画案3のメディカルモールに換えて導入した場合、効率は2.016とかえって下がってしまう。このことから、個々の施設の効率だけでなく、全体として検討することが重要であることが明らかとなった。

かとなった。

さらに、環境効率は計画策定時の複数案の比較だけでなく、計画決定・実施後の効率改善の指標としても利用ができる。企業における環境効率の利用においては、ファクター指標を用いて効率改善を評価することがある。まちづくりの環境効率指標においても、同様の利用が可能である。

例えば、商業施設での照明を効率の良いH照明に変更することで、環境影響を下げることができる。先ほどの計画案4を例に、H照明の効率上昇を電力中央研究所(1995)²⁰の設定(24%の効率上昇=約19.4%の消費電力削減)として検討すると、環境影響が約3.6%の低減となる。便益は変化しないので、当初計画のファクターを1とすると、ファクターは1.04とわずかながら上昇した。また、例えば、計画案4の第二期工事としてメディカルモールをさらに誘致すれば、便益・環境影響ともに大きくなったものの、環境効率は1.611となり、ファクターは1.74と上昇した。

このように、環境効率の利用の可能性は広く、環境面に配慮したまちづくりの立案・改善に利用可能である。今回は本調査の途中で計画案が決定したために、第一期工事にこの結果が利用されることはないが、今後の多気町のまちづくりに対して重要な資料となった。しかしながら、一方で課題も存在する。今回は住民の便益をコンジョイント分析で定量化したが、コンジョイント分析の便益の種類を意識せずに定量化が可能であるという利点は、一方では被験者が施設種類・規模からどのような効用を想像し、評価しているのかという価値判断の部分が不透明であるということの意味している。今回の調査では、事前説明において、対象施設に関する情報を可能な限り与えるとともに、選好の基準に関する質問を別途設けて、大部分が直接利用価値とオプション価値に基づいての回答であることを確認しているが、例外があることは否定できない。また、新しい居住民や町外からの施設利用者の便益が考慮されていない。このことは、便益のバウンダリが明確に定まっていないということと、一方のライフサイクル環境影響のバウンダリとは厳密に一致していないことを意味する。

したがって、今後の研究課題として、環境影響評価におけるLIME手法のように、まちづくりの効果を網羅的に定量化し、最終的にどのような便益(正負含めて)が生じるのかの予測結果を示しながら、コンジョイント法やAHPなどで選好を尋ねるend-point型の便益評価モデルを構築することが挙げられる。

表-5 環境効率による複数案の比較例

	計画案1	計画案2	計画案3	計画案4
商業施設(㎡)	20,000	25,000	8,000	15,000
賃貸住宅(世帯)	なし	100	50	なし
医療施設	総合病院	診療所	メディカルモール	なし
余暇施設	温浴施設	カラオケボックス	公園	温浴施設 飲食街
便益(万円)	44,100	5,700	31,600	25,900
環境影響(万円)	35,100	40,300	15,000	28,000
環境効率	1.256	0.141	2.107	0.925

4. 結論

本研究では、まちづくりについて、その環境影響と便益を比較することが必要であるという観点から、その定量化とその結果を用いた環境効率の考え方を提案した。

今回の提案した環境効率指標は、「まちづくりによる居住民便益／まちづくりのライフサイクル環境影響」で計算される。分母となるライフサイクル環境影響は、施設の規模・種類ごとにライフサイクル環境影響評価手法LIMEを用いて推計し、分子となる居住民の便益については、表明選好法の1つであるコンジョイント分析の選択型実験を用いて求めた。

この指標を実際のまちづくり計画に適用したところ、便益の大きい施設や環境影響の小さい施設を導入することが、環境効率的に必ずしもよくならないことが明らかとなった。また、医療施設の中では診療所がもっとも環境効率が高いものの、まちづくり全体として考えた場合には、メディカルモールを導入するほうが効率が高くなることから、個々の施設の効率だけでなく、全体として検討することが重要であることがわかった。さらに、この指標は異なる計画案の比較だけでなく、改善案の検討にも有用である。

従来から住民ニーズは、アンケート調査などで把握がされてきたが、追加負担を示す形や価値の定量化をめざしたものではなかったため、参考意見に留まることが多かった。今回の取組みは、納税者であり、まちづくりによって大きな影響を受けるであろう居住民の選好をまちづくりの意思決定に取り込むもので、パブリックコメントからパブリックインボルブメント(PI)という近年の流れに沿ったものと言える。このような主観的な選好に基づく評価は、今回検討した施設以外にも、特に嗜好性や主観的な選択の影響が強いものに適用できると考える。例えば、地域交通施策(ロードプライシングなど)やコミュニティの育成などまちづくりのソフト面においても主観的な影響が強いものはあり、今後はそうした分野への適用も視野に入れている。

一方で、本研究で提案した手法にもいくつかの課題が残っている。コンジョイント分析による評価には、価値判断の不透明性という課題がある。また今回は、新しい居住者や町外の施設利用者の便益を考慮することができていない。結果として、分母のライフサイクル環境影響と分子の住民便益のバウンダリーが厳密に一致しないなどの問題がある。また、主観的な居住民の判断が常に正しい結果をもたらすとはいえない。今後は、より客観的な便益評価モデルを構築し、その結果と今回の指標とも組み合わせながら、設計時の施設

誘致や計画決定後の効率改善について検討していく必要がある。

謝辞:本研究を実施するにあたり、三重県環境森林部、三重県多気町企画調整課および住民の方々には住民アンケートの実施や行政資料の提供等でご高配を賜りました。また、地域産業LCA推進委員会の諸先生方には研究開発を進めるにあたり、数多くの貴重なご助言をいただきました。ここに記してお礼申し上げます。本研究は、平成17年度に新エネルギー・産業技術総合開発機構(NEDO)より受託の「LCAのケーススタディ」研究の一環として行われた。

参考文献

- 1)井村秀文編著:建設のLCA, オーム社, 2001.
- 2)伊藤武美, 花木啓祐, 谷口孚幸, 有浦幸隆:ニュータウン建設にともなう二酸化炭素排出量に関する研究, 環境システム研究(全文審査部門), Vol.23, pp.190-197, 1995.
- 3)伊藤武美, 花木啓祐, 本多 博:二酸化炭素排出抑制技術・システムのニュータウン建設への適用, 環境システム研究(全文審査部門), vol.24, pp.250-259, 1996.
- 4)林 良嗣, 加藤博和, 大浦雅幸, 北野恭央, 喜代永さち子:都市空間構造変遷施策に伴う各種環境負荷のライフサイクル評価システム, 環境システム研究論文集, vol.28, pp.55-62, 2000.
- 5)松本 亨, 鮫島和範, 井村秀文:ディスプレイ導入による家庭の生ゴミ処理・再資源化システムの評価, 環境システム研究論文集, Vol.28, pp.9-19, 2000.
- 6)加藤博和, 柴原尚希:被害算定型影響評価手法を適用した地域間高速鉄道整備のライフサイクルアセスメント, 土木計画学研究・講演集, No.30, 2004.
- 7)栗島英明, 瀬戸山 春輝, 井原 智彦, 玄地 裕:ライフサイクル影響評価手法を用いた地域施策の環境影響要因の分析:三重県クリスタルタウンのケーススタディ, 第33回環境システム研究論文発表会講演集, pp.191-196, 2005.
- 8)伊坪徳広, 稲葉敦編著:ライフサイクル環境影響評価手法:LIME-LCA, 環境会計, 環境効率のための評価手法・データベース, (社)産業環境管理協会, 2005.
- 9)驚田豊明:環境評価入門, 勁草書房, 1999.
- 10)栗山浩一, 庄子康:環境と観光の経済評価—国立公園の維持と管理, 勁草書房, 2005.
- 11)国土技術政策総合研究所:公共事業評価手法の高度化に関する研究, 国土技術総合研究所プロジェクト研究報告, NO.1, 2005.
- 12)OECD(樋口清秀役):エコ効率—環境という資源の利用効率, インフラックスコム, 1999.

- 13) (社)産業環境管理協会：平成13年度環境調和型事業活動導入促進調査報告書 別冊 資源生産性, (社) 産業環境管理協会, 2002.
- 14) (社)日本建築学会：建物のLCA指針ー環境適合設計・環境ラベリング・環境会計への応用に向けて, 日本建築学会, 2003.
- 15) 南齋規介, 森口祐一, 東野達：産業連関表による環境負荷原単位データブック (3EID) ーLCAのインベントリデータとしてー, (独)国立環境研究所, 2002.
- 16) (財)日本エネルギー経済研究所: 民生部門エネルギー消費実態調査(総括編), 2003.
- 17) (社)日本ビルエネルギー総合管理技術協会:建築物エネルギー消費量調査報告書(平成12～16年度), 2001-2005.
- 18) 株式会社住環境計画研究所：家庭用エネルギー統計年報 2002年版, 2003.
- 19) 東急建設株式会社内部資料
- 20) 羽原浩史, 松藤敏彦, 田中信壽：事業系ごみ量と組成の事業所種類別発生・循環流れ推計法に関する研究, 廃棄物学会論文誌, 13(5), pp.315-324, 2002.
- 21) LCA日本フォーラム：JLCA-LCAデータベース2005年度1版, 2005.
- 22) 産業技術総合研究所ライフサイクルアセスメント研究センター：LCAソフトウェアAIST-LCA ver.4, 2005.
- 23) 栗山浩一：EXCELでできるコンジョイント1.1, 環境経済学ワーキングペーパー#0302(早稲田大学政治経済学部), 2003.
- 24) (財)電力中央研究所：事務所ビルの省エネルギーー東京都区部における可能量と必要コストの評価, 電力中央研究所, 1995.

LCA METHOD AND RESIDENTS' PREFERENCES FOR ECO-EFFICIENCY TO EVALUATE TOWN DEVELOPMENT FOR LOCAL GOVERNMENTS

Hideaki KURISHIMA, Haruki SETOYAMA, Kiyotaka TAHARA
and Yutaka GENCHI

Local governments have to promote town development which considers not only the local residents' needs but also the global environmental impact, since various activities in a region can have a diverse range of effect on the global environment. It is important to grasp quantitatively the benefits to residents and the environmental influences brought about by town development, and be able to compare them for use in decision-making and for making improvements. The concept of eco-efficiency was thought to be an effective way to achieve this objective. In this study, the eco-efficiency of town development was analysed through the use of life cycle environmental impact assessment(LCIA) and by looking at the preferences of residents. The life cycle environmental impact was estimated by using "Life-cycle Impact assessment Method based on Endpoint modeling(LIME)" while the residents' preferences were quantified using conjoint analysis, and the results compared. The method was then used in the town development of Taki, a town in Mie Prefecture.