

ヒューマンライフサイクルエネルギー評価に関する研究  
都心居住の省エネ効果 その1 概念とインフラ分野の省エネ効果

正会員 ○柴田 理\*1 正会員 山内 毅\*2 正会員 外岡 豊\*3  
同 三村 麻紀子\*1 同 伊藤 一哉\*4 同 小峯 裕己\*5

ライフサイクルエネルギー、都心居住、省エネルギー

1. 研究の目的

近年、地球環境負荷の低減のための要求条件を明らかにするため、ライフサイクルエネルギー (LCE) やライフサイクルCO<sub>2</sub> (LCCO<sub>2</sub>) 等のライフサイクルアセスメント (LCA) に関する研究が行われている。これらの研究の多くは建築物や特定の工業製品・サービスに着目して、個々の物・サービスの消費エネルギー量、環境負荷量を算定・評価しており、製造者や提供者の観点に立った評価と言える。一方、個々の人間は複数の物・サービスを利用して日常生活を送っており、一般の人々の観点に立った場合、生活行為や利用頻度等に基づく重み付けを行った物・サービスの消費エネルギー量、環境負荷量の累積値を用いた総合的な視点からの評価が必要である。

本研究は、このような観点から、ある一人の人間の一生の生活行為で消費されるエネルギーや生じる環境負荷を総合的に捉える評価指標として、「ヒューマンライフサイクルエネルギー (以下、HLCE と略す)」という概念 (図1) を提案すると共に、事例研究に基づいてその有効性を検証する。HLCEは、日常の生活行動に直接的・間接的に関連する衣食住の生活分野、通勤通学・余暇等の交通分野、エネルギー供給・廃棄物処理などのインフラ分野等のエネルギー原単位を、設定した生活様式や生活時間に基づいて累積して求めることができる。さらに、HLCEが人々の生活に密着した指標であるため、その消費構造を明らかにすることで、生活者・都市計画者双方の視点から環境に配慮した社会構築の重点課題を把握できるものと考えられる。

2. 事例研究の概要

都心及び郊外で今後も増加が予想されるRC造集合住宅の既往のLCE評価では、集合住宅の立地条件が考慮されていないが、HLCE評価では人・物品・エネルギー等の移動に必要なエネルギー量が勘案されている (図1) ので、立地が大きく影響すると考えられる。そこで、HLCE評価に基づき、郊外居住と比較した都心居住の省エネルギー効果を定量的に検討し、HLCEの有効性を明らかにする。

表1にHLCEに基づいて評価する都心居住の省エネルギー効果の研究対象項目を示す。本報では首都圏を研究エリアとし、「都心」を東京23区、「郊外」を東京都下 (市町村部) と定義する。HLCEで評価する分野に対し、都心居住と郊外居住によって差異が生じない項目と差異が生じる項目に分けてまとめている。今回は大略の数値を捉える視点から、本報 (その1) でインフラ分野、そ

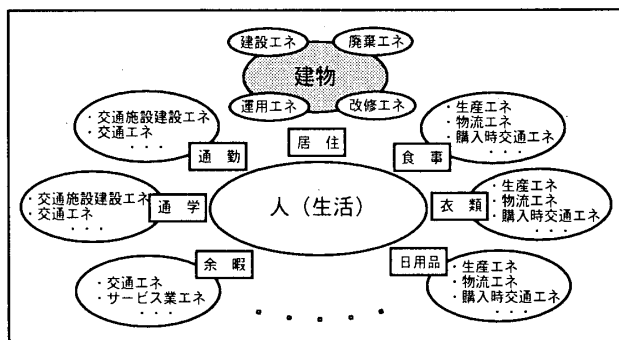


図1 HLCEの概念

表1 研究対象項目

	都心と郊外で差がない項目	都心と郊外で差がある項目
衣	・製造エネルギー	・輸送エネルギー ・廃棄エネルギー
食	・製造エネルギー	・輸送エネルギー ・廃棄エネルギー
住	・資材製造エネルギー ・建設エネルギー ・直接光熱消費	・資材輸送エネルギー ・廃棄エネルギー
交通	・資材製造エネルギー ・建設エネルギー	・資材輸送エネルギー ・通勤・通学移動エネルギー ・余暇移動エネルギー ・買物移動エネルギー ・廃棄エネルギー ・利用効率
インフラ	・資材製造エネルギー ・建設エネルギー	・資材輸送エネルギー ・運用エネルギー ・廃棄エネルギー ・利用効率
その他資源 (日用品等)	・製造エネルギー	・輸送エネルギー ・廃棄エネルギー

の2で交通分野、その3で住生活に伴う各分野の一人当たり直接・間接の誘発エネルギー消費を総合した評価について述べる。

3. インフラ分野の省エネルギー効果

インフラ分野 (エネルギー、上下水道、廃棄物処理) のうち、ガス及び上水道について、都心と郊外のインフラ利用効率 (供給・処理量当たりのインフラ施設量等) を明らかにし、その差による省エネルギー効果を算出する。

3-1. 都市ガス

都心と郊外におけるインフラ利用効率 (ガス販売量当たりの導管延長) の差を求め、その差からそれぞれのHLCE (一人当たりLCE) を算出して比較する。本報では、都市

Evaluation methodology for energy saving of daily life on basis of Human Life Cycle Energy

- A case of living in central Tokyo and its energy conservation effect -

Part 1 A concept of Human Life Cycle Energy and Supply efficiency of Utilities

SHIBATA Osamu, YAMAUCHI Takeshi, TONOOKA Yutaka, MIMURA Makiko, ITOH Kazuya and KOMINE Hiromi

ガスの原料である天然ガスの採掘から工場における製造までは都心と郊外で差がないこととし、ガスを供給する導管に限ってインフラ利用効率を求めた。導管については、すべて同一の材料を使用していると仮定し、導管延長によりインフラ利用効率を求めている。また、導管を伴わないガス供給（プロパンガス等）は対象から除外している。

図2に東京都全域、都心、郊外におけるインフラ利用効率を示す。東京都全域平均に対し、都心は約1割効率が大きく、郊外は約3割効率が低い結果となっている。以上の結果を文献2に示された都市ガスのLCEに反映させた。具体的には、文献内の「供給」に投入される設備及び運用エネルギーにインフラ利用効率を掛けて補正することで、都心と郊外における都市ガスのLCEを算出している。その結果、都心は郊外より約5%程度LCEが少ないことがわかった（図3）。そして、表2に一人当たりの年間都市ガス消費量から求めた都心と郊外の都市ガスHLCEを示す。

### 3-2. 上水道

都市ガスと同様の手法で、都心と郊外におけるインフラ利用効率（上水使用量当たりの配水管延長）の差を求め、その差からそれぞれのHLCEを算出して比較する。本報では、水源→浄水場→送水までは都心と郊外で差がないこととし、上水を配水する配水管に限ってインフラ利用効率を求めた。なお、配水管についてはすべて同一の材料を使用していると仮定し、配水管延長によりインフラ利用効率を求めている。東京都全域平均に対し、都心は約1割効率が大きく、郊外は約4割効率が低い結果となっている（図4）。LCEでは、文献2に示された「配水管」に投入される設備及び運用エネルギーにインフラ利用効率を掛けて補正した結果、都心は郊外より約12%LCEが少ないことがわかった（図5）。そして、表3に一人当たりの年間上水使用量から求めた都心と郊外の上水道HLCEを示す。

### 4. まとめ

「ヒューマンライフサイクルエネルギー」を提案し、本報では需要集積度による供給処理系のインフラ利用効率の違いがHLCEに与える影響について、都心と郊外の比較を通じて検討した。その結果、HLCEでは都市ガスで約5%、上水道で約12%都心の方が郊外に比べて省エネルギーであることがわかった。ただし、本報で求めた都市ガス及び上水道のHLCEは、都心及び郊外で直接消費されるエネルギーには適用できるが、都心及び郊外以外で消費される間接エネルギーには適用できない点に注意が必要である。

本報では比較的大規模な供給処理施設のインフラ利用効率を求めたが、より詳細な検討では実際のシステムの規模に合わせてHLCEを求める必要がある。また逆に、HLCEを最小化する適正システムを求めることも可能であり、今後の大きな課題と考えている。

\*1 東京ガス(株) 首都圏部  
 \*2 (株) 山内設計室  
 \*3 埼玉大学社会環境設計学科 教授・工博  
 \*4 千葉エゾ・アリアック(株) 地盤工学研究所  
 \*5 千葉工業大学建築学科 教授・工博

Metropolitan Business Coordination Dept., Tokyo Gas Co., Ltd.  
 Yamauchi Planning Inc.  
 Prof. Dept. of Social Environment Planning, Saitama Univ., Dr. Eng.  
 Geotechnical Research Lab., Chiba Engineering Co.  
 Prof. Dept. of Architecture, Chiba Institute of Technology Univ., Dr. Eng.

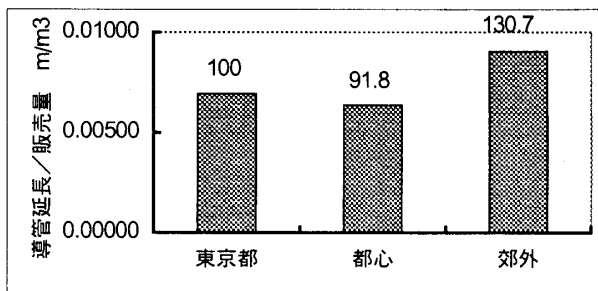


図2 都市ガスのインフラ利用効率 (出典1)

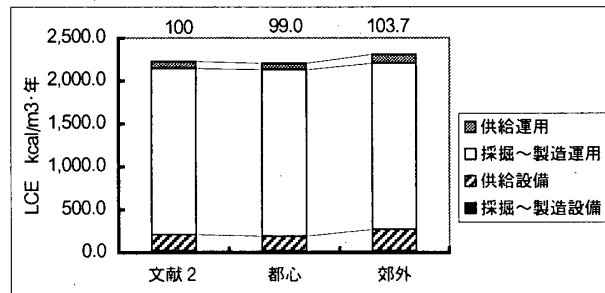


図3 都市ガスの販売量当たりLCE (出典2)

表2 都市ガスのHLCE (出典3)

ガス消費量 m³/人・年	都心LCE Mcal/人・年	郊外LCE Mcal/人・年
157.5	347.1	363.7

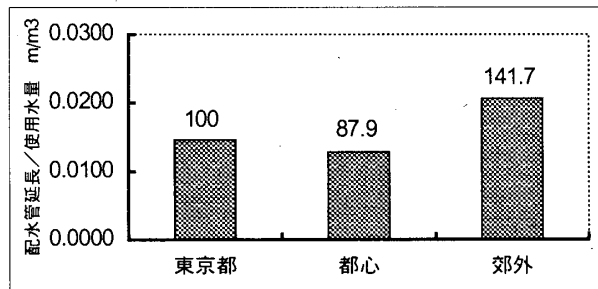


図4 上水道のインフラ利用効率 (出典1)

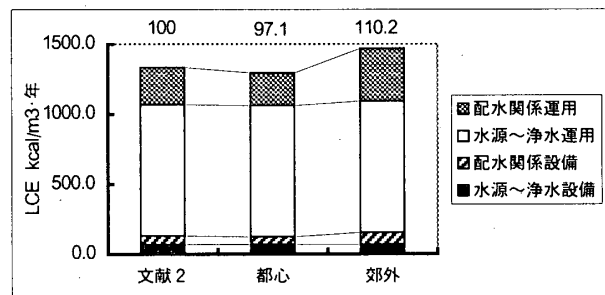


図5 上水道の使用量当たりLCE (出典2)

表3 上水道のHLCE (出典4)

上水使用量 m³/人・年	都心LCE Mcal/人・年	郊外LCE Mcal/人・年
68.3	88.4	100.3

#### <参考文献>

- 1) 東京都統計協会、第46回東京都統計年鑑 平成6年、H83
- 2) (財)資源協会、生活資源のライフサイクルエネルギーに関する調査、H63
- 3) 東京ガス(株) データ、平成6年度
- 4) (社)空気調和・衛生工学会、空気調和・衛生工学便覧第12版、H73