

財のライフサイクルエネルギーの算定に関する研究

鳥取大学工学部 正会員 城戸由能
鳥取大学工学部 正会員 細井由彦
鳥取大学大学院 学生員 ○山根絹代

1. はじめに

家庭生活で消費するエネルギーは電気など直接に消費するエネルギーだけでなく、製品の購入を通してその生産から廃棄に至る過程で投入される大量のエネルギーを間接的に消費している。この両者をあわせたものがライフサイクルエネルギー（以下LCE）である。本研究では、家庭で購入使用される財を対象にしてLCEの算定を行い、消費行動の変更によるLCE削減効果の評価を行うことを目的として家庭生活におけるエネルギー消費を定量的に評価する枠組みの検討を行った。代表財として直接エネルギーのしめる割合が大きく使用の工夫に幅のある家電製品と間接エネルギーを主とする水、および紙製品について試算を行った。

2. LCE算定の方法

本研究では、まず、財のLCEの基本算定の枠組みとして、素材生産から廃棄までのライフサイクルを図-1のように設定し、各過程において原単位積み上げ型の算定式に基づいてエネルギー消費量を算定し、1年間という集計単位で年間ライフサイクルエネルギー（年間LCE）を算定する。それぞれの財について別々のライフサイクルを設定するのではなく共通のライフサイクルを設定し各過程において原単位を積み上げることにより、財という観点では単純に比較できないものが年間LCEという観点では比較できるという利点をもつ。



図-1 財のライフサイクル

家電製品は表-1の算定式より求めた間接エネルギーを平均使用年数で除して1年間当たりとし、使用エネルギーを合わせ年間LCE量とした（表-2）。素材生産工程では素材生産エネルギー原単位に幅があり、アルミについては1985年から1990年にかけて3倍以上も増加しておりアルミの素材構成率の高いエアコンの素材生産エネルギーに大きな違いがでるため、過去10年間の平均的な値を用いた。廃棄処理工程では個別の製品の破碎から焼却過程の処理量が把握できないため、家電製品全体での処理量を工程別処理量から推定し、処理エネルギーの原単位を算出するなどの補足をおこなっている。

表-1 家電の年間LCE算定式の基本構造

①素材生産	素材別生産エネルギー原単位 (Mcal/kg) × 素材別重量 (kg)
②製造	生産金額当たりのエネルギー原単位 (kcal/¥) × 機器別平均生産金額 (¥)
③輸送	輸送エネルギー原単位 (Mcal/kg) × 輸送量 (kg)
④使用	標準仕様での財別使用エネルギー原単位 (kcal/h) × 使用時間 (h) × 実効率 (%)
⑤廃棄処理	標準都市での廃棄物輸送重量当たりのエネルギー消費量 (kcal/kg) × 廃棄機器重量 (kg)
	処理 (破碎および焼却) エネルギー原単位 (kcal/kg) × 廃棄機器重量 (kg)
⑥使用年数	財別標準使用年数

表-2 平均使用年数に基づいた家電製品の年間LCE (Mcal/台・年) の試算例

	①素材生産	②製造	③輸送	④使用	⑤廃棄	⑥使用年数	⑦年間LCE	直接エネルギー比 ④/⑦
テレビ	21.6	2.5	1.7	432.4	0.6	9.1	458.8	0.94
冷蔵庫	65.6	2.3	3.3	732.0	1.2	10.4	804.4	0.91
洗濯機	26.8	0.7	1.4	164.3	0.5	8.4	193.8	0.85
エアコン	71.6	2.6	3.0	3431.1	1.1	10.6	3509.4	0.98
掃除機	7.4	0.5	0.4	53.9	0.2	8.3	62.3	0.87

水の場合、原水水質の保全に費やされるエネルギーが図-1の素材生産過程に相当すると考えられるが、現時点ではこの部分の算定は行っていない。製造過程は浄水施設、輸送は上下水道管網、廃棄処理過程は下水処理に相当し、それぞれの施設建設に投入された間接エネルギーと処理運用にかかる直接エネルギーを算定する。使用過程は家庭内での配管施設と直接使用に相当するが、微小であり無視した。それぞれの工程での原単位を合計して単位水量当たりのLCE原単位を求めた。使用水量については漏水等の影響で使用量と上水給水量およびまたは下水処理量に差があるが、基本的に家庭に供給され、使用後排水された全量に必要なLCEを家庭での年間LCEとすることが妥当であると考え、全国平均の給水量および下水処理量原単位($\text{m}^3/\text{人} \cdot \text{日}$)をもとに1家庭(4人)の年間LCE量を算出した。

紙製品については、表-4の算定式に基づき図書、新聞、ティッシュペーパー、トイレトペーパーの4つの代表的な製品について製品1単位当たりの間接エネルギー量を求め、水同様に使用段階の直接エネルギー量は考慮せず1家庭の年間推定消費量から年間LCEを算出した。特に、紙製品については製品によって使用される製品パルプ種別を考慮した素材生産原単位を用い、製造機器の間接エネルギーや印刷インクも算定の対象とし、基本の算定では古紙配合率はゼロとして年間LCEを算定した。

表-3 水の年間LCE ($\text{m}^3/\text{年} \cdot \text{人}$) 算定式の基本構造

水	上水道エネルギー原単位 (Mcal/m^3) $\times$ 給水量 ($\text{m}^3/\text{年} \cdot \text{人}$) $\times$ 平均世帯人数 (人)
	下水道エネルギー原単位 (Mcal/m^3) $\times$ 下水処理量 ($\text{m}^3/\text{年} \cdot \text{人}$) $\times$ 平均世帯人数 (人)

表-4 紙製品の年間LCE算定式の構造

素材生産	素材生産エネルギー原単位 (kcal/g) $\times$ 製品重量 (g)
製造	生産エネルギー原単位 (kcal/g) $\times$ 製品重量 (g)
輸送	輸送エネルギー原単位 (kcal/g) $\times$ 輸送量 (g)
廃棄処理	標準都市での廃棄物輸送重量当たりのエネルギー消費量 (kcal/kg) $\times$ 廃棄物重量 (kg)
	焼却処理エネルギー原単位 (kcal/kg) $\times$ 廃棄物重量 (kg)

3. 年間LCE算定結果

試算結果を表-5に示す。財という観点からは単純に比較できない家電製品、水および紙製品も年間LCEという点では同等のエネルギー消費財といえる。冷蔵庫の年間LCEは新聞紙と同等であり、水の年間LCEの1/2となっている。このように、家庭生活ではさまざまな財を通して、直接/間接的にエネルギーが消費されることがわかる。

4. 行動の変更による年間LCE量の削減効果

家電製品については再生素材使用の製品の購入、使用、時間および機能設定、使用期間延長等の家庭での行動の工夫や無駄による年間LCEの変化量を、紙製品については再生紙を使った製品の購入による年間LCEの削減量を、水については1家庭の用途別水使用量を基本として使用の工夫ごとに水の節約量を設定し、年間水量の削減可能量から年間LCEの削減量および削減率を算出した。LCE量の削減効果が同等である3つの行動の結果を表-6に示す。これより消費者が自分の選好性に従って行動を選択できる。

表-5 財の年間LCE試算結果

代表財	年間LCE
家電製品	
テレビ	458.8
冷蔵庫	804.4
洗濯機	193.8
エアコン	3509.4
掃除機	62.3
水	1700.8
紙製品	
図書	373.5
新聞紙	801.0
ティッシュペーパー	192.4
トイレトペーパー	296.5

(家電製品: $\text{Mcal}/\text{台} \cdot \text{年}$ 、水および紙製品: $\text{Mcal}/\text{年} \cdot \text{世帯}$)

なお、本研究は平成6年度文部省科学研究費補助金、重点領域研究「人間-地球系」課題番号06271243(代表城戸)の補助を受けた。

引用・参考文献

- (社)資源協会編：家庭生活のライフサイクルエネルギー、(株)あんほろめ、1994。
- 通商産業大臣官房調査統計部編：鉄鋼統計年報(1992)、石油等消費動態統計調査(1991)、産業別燃料消費統計(1990)、他各種統計資料。
- 盛岡・城戸他：家庭を対象とした環境負荷削減のための自己診断システムの提案、環境システム研究、vol.20、pp.339-334、1992。

表-6 使用の工夫による年間LCE量の削減結果例

使用の工夫	使用の工夫によるエネルギー削減量	各財の年間LCE量に対する削減率
冷蔵庫の開閉回数減(50→25回) ・開閉時間増(10→20秒)	34.6 ($\text{Mcal}/\text{台} \cdot \text{年}$)	4.3 (%)
ペットボトル利用によるトイレ 使用時のフラッシュ水量削減 (14→12%)	35.1 ($\text{Mcal}/\text{年}$)	2.1 (%)
再生紙使用のティッシュペーパー の購入(古紙配合率: 35%)	35.4 ($\text{Mcal}/\text{年}$)	18.4 (%)