都市部における地球温暖化対策モデルの評価

正 員 土井 淳* 非会員 竹内佐和子**

Study of Countermeasures Model against Global Warming in City Zone

Atsushi Doi*, Member, Sawako Takeuchi**, Non-member

In a next-generation city, it is necessary to minimize energy consumption, and to observe environmental regulation. This report would make clear the extent to which a new environmental/energy management model proposed herein contributes to prevention of global warming.

キーワード：地球温暖化，環境・エネルギーマネジメント，省エネルギー，CO₂ 排出，都市デザイン

Keywords: global warming, environmental/energy management, energy saving, CO₂Emission, urban design

1. はじめに

21 世紀の都市開発において，次世代都市は「持続可能な発展」を可能にすべきであり，今後は資源制約，環境制約が顕在化する時代であることから，これに適合できる枠組みを都市機能に埋め込む必要がある。このため，文献 (1) では次世代技術を組み込んだ新しい都市開発モデルが提案されている。

本論文は，そのうちのエネルギー消費量の削減や廃棄物排出量の低減などに向けた環境・エネルギー面での都市開発モデルのシステムパフォーマンスの評価基準について，更に検討を加えたものである。民生部門，特に家庭部門での間接消費を含めたエネルギー消費を削減し，地球温暖化を防止するための対策モデルといった視点から，その導入効果と投資回収について評価する。

この投資効果の明確化は，将来のエネルギー利用最小化都市に向けた環境・エネルギーの計測・制御，廃棄物処理などの都市インフラ整備のための条件設定に有用となる。

2. 家庭部門における地球温暖化対策モデル

2・1 課 題 部門別に見た最終エネルギー消費において，自家用自動車を含めた家庭のエネルギー消費は日本全体の 28% を占めており，これに家庭で消費する水，食料，衣類等の生産，供給，廃棄に関わる間接消費を含めると，40%～50% を占めていることから，家庭部門のエネルギー利用を考える際には，間接消費を含めた視点が欠かせ

ないとの指摘がある⁽²⁾。特に，都市部のエネルギー消費量の増大を考えると，今後は従来型の省エネルギーの概念だけでは不十分で，あらゆる部門でのエネルギー消費を対象にした家庭部門における省エネルギー行動が重要となる。

2・2 地球温暖化対策モデル 地球温暖化防止のため，家庭部門における CO₂ 削減目標をどのように達成していくかは難しい課題である。その技術的な解決策として，HEMS (Home Energy Management System) が提案されているが，そのシステム導入の仕組みと費用負担の問題を解決する必要がある。

都市部のある程度の規模の地域を対象に，独自の公共財として次の 3 つのシステム導入を提案する。

(1) エネルギー使用量の各家庭でのモニタ表示を目的に，地域でネットワーク化された HEMS を一括導入し，その導入に関わる費用を課徴金として電気料金に加算し徴収するシステム。

(2) 「日々の厨芥処理」へのニーズに応えるオンサイト型の生ごみ堆肥化処理システムを導入し，その導入に関わる費用を課徴金により課金し徴収するシステム。

(3) 「安全でおいしい水」へのニーズに応えるオンサイト型の高品質給水システムを導入し，それに関わる費用を水使用量に応じた従量課金として徴収するシステム。

地域でネットワーク化された HEMS の導入することにより，家庭毎のエネルギー管理に留まらず，地域を一括して管理することが可能になり，地域レベルでのエネルギー利用の最適化が将来期待できる。また，エネルギー使用量に加えて，廃棄物排出量や水使用量を計測，収集することにより，資源を再利用し，環境負荷を最小化するためのマネジメントとオペレーションが将来可能になる。

次世代技術を都市開発のコンテンツとして活用したオンサイトにおける生ごみ堆肥化処理システムと高品質給水シ

* 東京工業高等専門学校電気工学科
〒193-0997 東京都八王子市櫛田 1220-1
Tokyo National College of Technology
1220-1, Kunugida-machi, Hachioji-shi, Tokyo 193-0997

** 世界銀行東南アジア都市開発部門エコノミスト
〒171-0033 東京都豊島区高田 1-38-12-505
World Bank Economist
1-38-12-505, Takada, Toshima-ku, Tokyo 171-0033

ステムは、都市部の住民の厨芥処理や水質改善へのニーズに応えるだけでない。生ごみ処理は、廃棄物の収集運搬および焼却のための使用エネルギーをその比率以上に削減でき、ダイオキシン処理の効率を上げ使用エネルギーを削減できる。水の高品質化は、その価値に応じた料金徴収により節水を促し上下水処理のための使用エネルギーを削減できる。

3. 導入効果評価

3・1 試算規模 全体規模が 1500 戸、3000 人の集合住宅の集合地域を想定し、導入効果を試算、評価する。

次節以降の試算に使用した諸元は以下の通り。

- (1) 消費電力量 一世帯当たり、平均 1 kWh/時間
- (2) 厨芥排出量 一人当たり、300 g/日
- (3) 水使用量 一人当たり、300 リットル/日
- (4) ペットボトル水消費量 一人当たり、500 ml/日

3・2 省エネルギー効果による評価 2 章の地球温暖化対策モデルの適用により、家庭部門における省エネルギー効果は以下のような項目で評価できる。

(1) HEMS 実証実験結果を参考値に、地域によるエネルギー管理により、消費電力量の省エネ効果を 5%と想定。

(2) 発酵処理による生ごみを堆肥化、有機資源リサイクルシステムの導入により、厨芥分のごみの減量化を図り、ごみ焼却のためのエネルギー消費量を削減。

(3) ナノ濾過膜 (NF 膜) により水道水を上質化、高品質給水システムの導入による節水 (水道料金が 2 倍程度となることから節水効果の最大目標値を 50%と想定 (東京都では基礎生活水と称し、節水の目標として 85 リットル/日を設定))、上下水処理のためのエネルギー消費量を削減。

(4) 上記の高品質給水によりペットボトル水の消費量を減らし、ボトル製造におけるエネルギー消費量を削減。

表 1 に項目毎の省エネ効果を試算した結果を示す。世帯当たり 1,286 千 kcal の削減が期待でき、2002 年度の家庭部門世帯当たりの総エネルギー消費量 11,155 千 kcal と比べると、10%強に相当する省エネ効果が期待できる。これに必要な費用は 4 章で試算する。

3・3 CO₂ 排出削減量による評価 3・2 節の項目毎に CO₂ 排出削減量を試算し、その結果を表 2 に示す。

日本における国民一人当たりの CO₂ 排出量は 9.4 t-CO₂/年 (2000 年)、表 2 の総 CO₂ 排出削減量 : 666 t-CO₂/年は一人当たり 0.223 t-CO₂/年で、年間一人当たりの CO₂ 排出量の 2.4%に値する。家庭部門における現状対策で基準年総排出比+2.1%、対策強化により同+0.6%といった「温室効果ガス全体の排出見通し」の実情を踏まえれば、この対策モデルの有効性を評価できる。

4. 投資回収評価

4・1 設備投資 3・2 節の試算による省エネ効果に必要な設備の初期費用および運営費用の概算値を表 3 に示す。また、受益者の負担は、エネルギー管理 (設備寿命 : 5 年) および生ごみ堆肥化 (同 : 7 年) は課徴金を、高品質給水 (同 : 20 年) は従量課金により一世帯当たり平均 300

表 1 省エネルギー効果の試算

Table 1. Estimated effect in energy saving.

Proposal	Specification before the Scheme (kWh/day)	Specification after the Scheme (kWh/day)	Improvement (kWh/day)	Improvement (Gcal/Year)
Energy Management in Each Area	36000	34200	1800	565
Composting Kitchen Garbage	1844(*1)	252	1592	500
Highly Water-purifying (Saving Water)	810	486	324	102
Highly Water-purifying (Saving Bottled Water)	2592(*1)	162	2430	762
Total	41246	35100	6146	1929

*1) Converted kilowatthour

表 2 CO₂ 排出削減量の試算

Table 2. Estimated account of CO₂ emission cuts.

Proposal	Reducing Consumption	CO ₂ Emission Coefficient	Account of CO ₂ Emission Cuts
Energy Management in Each Area	1,800 kWh/day	0.36 kg-CO ₂ /kWh	237 t-CO ₂ /year
Composting Kitchen Garbage	900 kg/day	0.84 kg-CO ₂ /kg	276 t-CO ₂ /year
Highly Water-purifying (Saving Water)	360 m ³ /day	0.58 kg-CO ₂ /m ³	76 t-CO ₂ /year
Highly Water-purifying (Saving Bottled Water)	3,000 bottle/day	0.07 kg-CO ₂ /bottle	77 t-CO ₂ /year
Total	-	-	666 t-CO ₂ /year

表 3 設備投資および受益者の費用便益の試算

Table 3. Estimation equipment of investment and beneficiary's cost-benefit.

Proposal	Initial Costs (Thousand-yen)		Running Costs (Thousand-yen)	Beneficiary's Monthly-payment (Yen/Family)	Monthly-benefit by Saving (Yen/Family)
	Metering System	Equipment			
Energy Management in Each Area	35,000	-	5,000	300	720
Composting Kitchen Garbage	-	50,000	4,000	700	-
Highly Water-purifying	To be included in the above	162,000	10,000	1,000	1,170(+6,000)
Total	35,000	212,000	19,000	2,000	1,890(+6,000)

リットル/日相当の水道料金への加算分を算出した。ペットボトル水購入削減分の 6 千円を除く、電力および水道水の消費削減による省コスト分で、上記の負担をほぼ賄うことができる。

4・2 投資回収 このような社会的ニーズへの適合性の高い都市の実現には、独自の公共財への投資と公平な負担による回収が必要である。このためには、竹内氏ら⁽¹⁾の提唱する「次世代都市マネジメントモデル」における事業者による高度な専門性により、都市の公共財への投資サイクルを確保し、持続可能な安心財とする必要がある。

(平成 17 年 5 月 9 日受付、平成 17 年 7 月 8 日再受付)

文 献

- (1) S. Takeuchi, A. Doi, and M. Tanaka: "Verification Process of the Investment Option of Common Goods and the Social Suitability by a New City Management (Medi-Square) Model Based on Next-Generation Technology", International Conference Experiments in Economic Sciences, Kyoto, Japan (2004-12)
- (2) M. Sato: "Perspective on the Future of Energy", Energy and Resources, Vol.26, No.3, pp.156-160 (2005-5) (in Japanese)
佐藤太英:「エネルギーの未来を拓く」, エネルギー・資源, 26, 5, pp.156-160 (2005-5)