電力託送を想定した廃棄物発電システムの運用とその経済性

正員 見目 喜重 (豊橋創造大学)
 学生員 藤原 義和 (豊橋技術科学大学)
 正員 滝川 浩史 (豊橋地術科学大学)
 正員 榊原 建樹 (豊橋技術科学大学)

Operation and Economy of a Refuse-fired Generating System with Electricity Wheeling Service.
 Yoshishige Kemmoku, Member, Yoshikazu Fujiwara*, Student Member, Hirofumi Takikawa*, Member,
 Tateki Sakakibara*, Member
 (Toyohashi Sozo College, *Toyohashi University of Technology)

The electric power markets have been liberated partially and the liberation will be promoted continuously. On the other hand, refuse-fired generating systems (RGS) are constructed in many municipal corporations as on-sight power sources. This paper discussed the operation of a RGS which could transfer its excess energy to consumers through the electricity wheeling service of the electric utility. The RGS is operated by the dynamic programming method under the constraints of the RGS operation and the electricity wheeling service. In the DP method, the estimation function is the annual total electricity charge of both of the RGS and the consumers, and the control variable is the residual amount in the refuse pit. A university, a hospital, a welfare apartment house and their combinations are selected as consumers. The main results obtained are as follows : (1) the electricity wheeling service is more economical than the no electricity wheeling service when the annual demand of the consumer is higher than 70% of the excess energy of RGS, (2) it is more economical as the load factor increases if the annual demand is same, (3) the most economical consumer is the combination of four hospitals and five welfare apartment houses, and its total electricity charge can be reduced to 84% of with no wheeling service. It is concluded that the total electricity charge of the RGS with electricity wheeling service could be decreased considerably by selecting the consumer appropriately.

キーワード：廃棄物発電システム，電力自由化，電力託送，動的計画法，負荷電力量，負荷率

Keywords : refuse-fired generating system, liberalization of the electric power market, electricity wheeling service, dynamic programming, electric load energy, load factor

1. はじめに

石油代替エネルギーの導入拡大のため，太陽・風力など自然エネルギーシステムとともに，廃棄物発電システムの導入が積極的に推進されている。廃棄物発電システムは，大都市の大規模廃棄物焼却施設を中心に導入され，その導入容量は1997年には97万kWに達した⁽¹⁾。資源エネルギー庁では，2010年の廃棄物発電の導入目標を500万kWに設定し⁽²⁾，さらなる導入促進を目指している。今後，廃棄物発電システムの導入を促進するためには，中都市における中規模廃棄物焼却施設への廃棄物発電システムの導入を拡大することが不可欠である。

廃棄物発電システムの経済性に大きな影響を与える要因の一つに，発電で生じる余剰電力の電気事業者への売電単

価があげられる。現状では，昼間の売電単価は約12円/kWhであるのに対し，夜間は約2円/kWhと非常に安価である⁽²⁾。そのような料金制度の下での廃棄物発電システムの経済的運用については，これまでも検討がなされてきた⁽³⁾⁽⁴⁾。

一方，経済の基本潮流となっている規制緩和を背景に，電力の小売り自由化が進んでいる。現時点では，自由化は特別高圧で受電する需要家のみに認められているが，自由化がより進んだ状況では，中小規模の工場やビル，商業施設などが自由化の対象となり得る。

以上のようなことを背景として，本研究では，廃棄物発電システムが中小規模の電力需要家に対して電力託送を行う場合の経済性を検討する。

廃棄物発電システムの導入対象には，中規模廃棄物処理

施設を想定する。また、電力託送先需要家には、大学や病院、福祉関連の集合住宅などの民生施設を想定する。そのような想定の下で、廃棄物焼却施設運用上の制約条件や電力託送上の制約を考慮して経済的な廃棄物発電システムの運用を動的計画法により決定し、廃棄物発電システムと託送先需要家の合計年間コストを計算する。それらの計算結果から、廃棄物発電システムの電力託送に適した需要家の形態を見付け出す。

2. システムの概要

〈2.1〉 廃棄物発電システム 廃棄物発電システムの導入対象として、現在、愛知県豊橋市で建設が進められている廃棄物焼却施設（廃棄物搬入量：350 t/day）を参考にした。

その概要を表1に、システム内のエネルギー・フローを

表1 廃棄物発電システムの概要

Table 1 Outline of the refuse-fired generating system.

焼却炉	1・2号炉	3号炉
最大焼却量 [t/day]	400	150
焼却炉消費電力 [kW]	4,120	398
発電設備容量 [kW]	8,760	-
発生蒸気 [°C/atm]	400/40	-

図1 廃棄物発電システムのエネルギー・フロー

Fig.1 Energy flow of the refuse-fired generating system.

図2 焼却炉の起動・運転・停止時の消費電力

Fig.2 Electric power consumption at starting, operating and stopping the incinerator.

図3 関連施設の日負荷パターン

Fig.3 Daily load curve of related facilities.

図1に示す。1・2号炉の焼却炉消費電力はカタログ値であり、3号炉のそれは運転実績値⁽⁶⁾である。発電は1・2号炉（ガス化熔融炉）で行うこととし、3号炉は1・2号炉定期点検時の廃棄物処理用の補助施設とした。

1～3号炉の起動・停止に必要な電力は、3号炉の運転実績値を参考に想定した⁽⁶⁾。図2には、焼却炉の起動・運転・停止時の負荷電力の時系列変化を示す。図中の縦軸の値は、焼却炉運転時の消費電力で規格化した。焼却炉の起動時間は12時間、停止時間は7時間とした。

関連施設の負荷電力は、実績値⁽⁶⁾を参考に想定した。その日負荷パターンを図3に示す。

焼却施設の時刻 j の廃棄物焼却量 $U(j)$ t/h と、それに伴う蒸気発生量 $Hr(j)$ t/h は、システム設計時の物質収支図を参考に、式(1)ならびに(2)のように想定した。ここで、蒸気発生量 $Hr(j)$ は、廃棄物の加熱に必要な熱量を差し引いた後の熱量である。

$$U(j) = U_{1,2}(j) + U_3(j) \quad (1)$$

$$Hr(j) = 2.65 \cdot U_{1,2}(j) \quad (2)$$

$$Hr(j) = Hr(j) + Ho(j) \quad (3)$$

ここで、 $U_{1,2}(j)$: 1・2号炉の廃棄物焼却量 [t/h]

$U_3(j)$: 3号炉の廃棄物焼却量 [t/h]

$Hr(j)$: タービン入力蒸気量 [t/h]

$Ho(j)$: 所内余熱利用蒸気量 [t/h]

タービンの発電特性は、設計資料を参考に、式(4)のように想定した。

$$\left. \begin{aligned} P_{GR}(j) &= 255.2 \cdot Hr(j) - 2,317 & (13 \leq Hr(j) \leq 42) \\ P_{GR}(j) &= 87.6 \cdot Hr(j) + 4,721 & (42 < Hr(j)) \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

ここで、 $P_{GR}(j)$: 時刻 j の廃棄物発電電力 [kW]

〈2.2〉 託送先需要家 本研究では、廃棄物発電システムの発電電力の託送先需要家を、対象とした廃棄物焼却

図4 本研究で想定した電力託送先需要家
Fig.4 Electric demand structure for wheeling service supposed in this study.

表2 託送先需要家の電力負荷の概要
Table 2 Outline of electric demand for wheeling service.

需要家	大 学	病 院	集合住宅
年間電力量 [GWh]	10.93	2.99	0.80
平均電力 [kW]	1,249	341	91
最小電力 [kW]	226	139	14
最大電力 [kW]	2,542	590	243
契約電力 [kW]	2,550	600	250
負荷率 [%]	49.1	57.8	37.7

図5 託送先需要家の日負荷パターン
Fig.5 Daily load curve of electric demand for wheeling service

施設の廃棄物発電施設の近隣に位置する大学（延床面積：100,000 m²），病院（延床面積 15,000 m²），および福祉関連の集合住宅（延床面積 3,000 m²）のうち単独または複数の組み合わせとした（図4）。それらの託送先需要家の電力負荷の概要を表2に，月別の日負荷パターンを図5に示す。大学の負荷は1999年の豊橋技術科学大学の年間負荷データを基に想定した。病院および集合住宅に関しては文献(6)のデータを基に想定した。病院の負荷率は57.8%と最も高く，逆に住宅の負荷率は37.7%と最も低い。負荷が最大となる時間帯は，大学では13～15時，病院では10～

図6 託送先需要家の月別平均負荷電力
Fig.6 Monthly average electric load of electric demand for wheeling service

16時であるが，住宅では19～20時である。

図6には託送先需要家の月平均負荷電力を示す。年間を通して平均負荷電力が最も大きいのは大学である。大学では，夏期休暇のために8月に負荷が減少する。一方，住宅では，他の施設とは異なり，廃棄物発電システムが定期検査を行う6月に負荷電力が減少する。

3. システムの最適運用の決定法

廃棄物発電システムからの電力託送の経済性を検討するために，電力託送を行わない場合と行う場合とについて，廃棄物発電システムと託送先需要家との合計年間コストを計算した。

〈3.1〉 合計年間コスト 電力託送を行わない場合の合計年間コスト C' および託送を行う場合の合計年間コスト C は，次式のようにになる。以下，「 $'$ 」は電力託送を行わない場合の記号を意味する。

$$C' = CR' + \sum_{i=1}^n Ci' \quad (5)$$

$$C = CR + \sum_{i=1}^n Ci + CW \quad (6)$$

ここで， CR : 廃棄物発電システムのコスト [円/年]

i : 電力託送先需要家

n : 電力託送先需要家の数

Ci : 需要家 i のコスト [円/年]

CW : 電力託送コスト [円/年]

また， CR ， Ci ， CW は，式(7)，(8)，(9)のようにになる。

$$CR = m \cdot U_{KR} \cdot E_{KR} + \sum_{j=1}^h \{U_{BR} \cdot P_{BR}(j) - U_{SR} \cdot P_{SR}(j)\} \quad (7)$$

ここで， m : 1年間の月数 (= 12)

h : 年間時間数 (= 8760)

- U_{KR} : 廃棄物発電システムの基本料金単価
 [円/kW・月]
 U_{BR} : 廃棄物発電システムの買電単価
 [円/kWh]
 U_{SR} : 廃棄物発電システムの売電単価
 [円/kWh]
 E_{KR} : 廃棄物発電システムの契約電力
 [kW]
 $P_{BR}(j)$: j 時の廃棄物発電システムの買電電力 [kW]
 $P_{SR}(j)$: j 時の廃棄物発電システムの売電電力 [kW]

$$C_i = m \cdot U_{KR} \cdot E_{KR} + \sum_{j=1}^h U_{Bi} \cdot P_{Bi}(j) \quad (8)$$

- ここで, U_{KR} : 需要家 i の基本料金単価
 [円/kW・月]
 U_{Bi} : 需要家 i の買電単価 [円/kWh]
 E_{KR} : 需要家 i の契約電力 [kW]
 $P_{Bi}(j)$: 需要家 i の j 時の買電電力 [kW]

$$C_w = m \cdot U_{WK} \cdot \sum_{j=1}^n E_{Kj} + \sum_{j=1}^h U_{BW} \cdot P_w(j) \quad (9)$$

- ここで, U_{WK} : 電力託送の基本料金単価 [円/kW]
 U_{BW} : 電力託送の料金単価 [円/kWh]
 $P_w(j)$: j 時の託送電力 [kW]

なお, 本研究では, 計算上, 負荷電力, 発電電力および託送電力は, 1 時間の間, 同じ値をとると仮定した。従って, ある時間の廃棄物発電システムからの託送電力が託送先需要家の負荷電力を上回れば, その 1 時間の間は, 30 分の同時同量の制約を逸脱せずに廃棄物発電システムは運用されるとした。

電力託送を行う場合, 需要家の基本料金単価 U_{KR} は, 事故時補給電力の基本料金単価と定期検査時補給電力の基本料金単価の合計である。また, 計算上, 廃棄物発電システムは定期点検以外には需要家の負荷電力を賄うように運転するとしたことや, 廃棄物発電システムの不慮の事故は考慮していないことなどから, 需要家の買電単価 U_{Bi} は, 定期検査時補給電力の料金単価となる。

電力託送を行わない場合の $C_{R'}$ および C_i' は, 電気料金に関する単価の値が変化するだけで, 基本的には式 (7) および (8) と同様である。

廃棄物発電システムの契約電力, 買電電力量, 所内消費電力量および発電電力量, および需要家の契約電力が, 託送の有無にかかわらず同じであるとし, また託送時の廃棄物発電システムの余剰電力の売電単価が 0 円/kWh であるとする。電力託送が経済的に成立するためには, $C \leq C'$ でなければならない。すなわち, 式 (10) のようにまとめることができる。

$$\begin{aligned}
 & \sum_{j=1}^n [m \cdot (U_{KR}' - U_{KR} - U_{KW}) \cdot E_{Kj} \\
 & + \sum_{j=1}^h \{(U_{Bi}' - U_{BW}) \cdot P_{Bi}(j)' - (U_{Bi} - U_{BW}) \cdot P_{Bi}(j)\}] \\
 & \geq U_{SR}' \cdot \sum_{j=1}^h P_{SR}(j)' \quad (10)
 \end{aligned}$$

式 (10) を成立させるためには, 託送先需要家の年間負荷電力量 ($\sum \sum P_{Bi}(j)'$) を大きくすることが最も効果的である。また, 廃棄物発電システムの売電電力量を減らして託送電力量を増やし, 需要家の買電電力量 ($\sum \sum P_{Bi}(j)$) を小さくすることも効果的である。

〈3.2〉 最適運用法の決定法 廃棄物発電システムの 1 時間ごとの運用を, 目的関数を合計年間コストとし, それを最小とするように動的計画法 (DP) により決定した。なお, 電力託送を行わない場合には, 需要家の C_i' は廃棄物発電の運用による影響を受けないため, 実質的には $C_{R'}$ が目的関数となる。

DP の制御変数は廃棄物焼却量, 状態変数は廃棄物ピット残量とした。ここで, 廃棄物焼却量を連続量として制御することは現実的には困難であるので, 状態変数の刻み幅は 1 t とした。なお, 廃棄物の搬入は年間を通して月～金曜日に行われることとし, 搬入量は 400 t/day 一定とした。

最適運用を決定するに当たり, 次のような制約条件を設定した。

(1) 電力バランス

電力託送を行う場合の廃棄物発電システムの電力バランスを式 (11) および (12) に示す。その際, ①廃棄物発電システムは買電と売電とを同時に行えない, ②廃棄物発電システムは契約電力を超えた買電を行えない, ③廃棄物発電システムは買電と需要家への電力託送を同時に行えない, ④託送契約電力 (= 需要家の契約電力) を超えた電力託送は行えない, ⑤需要家は契約電力を超えた買電を行えない, などとした。

$$P_{GR}(j) + P_{BR}(j) = P_{LR}(j) + P_{SR}(j) + P_w(j) \quad (11)$$

$$\sum_{i=1}^n \{P_{Li}(j) - P_{Bi}(j)\} = P_w(j) \quad (12)$$

ここで, $P_{LR}(j)$: 廃棄物発電システムの j 時の所内電力 [kW]

$P_{Li}(j)$: 需要家 i の j 時の負荷電力 [kW]

所内電力 $P_{LR}(j)$ は, 1～3 号炉の運転・起動・停止に必要な負荷電力と関連施設の負荷電力との合計である。

(2) 廃棄物焼却量

廃棄物は, 廃棄物ピット残量 $R_T(j)$ がピットの容量 R_{Tmax} を超えないよう, 適宜焼却することとした。

廃棄物焼却量を極端に小さくすることや, 焼却量を急激に変動させることは現実的ではない。そこで, 1 時間当たりの廃棄物焼却量の下限を定格処理量の 20% とした。ま

た、1 時間当たりの処理量の変動を定格処理量の 20%以内とし、1・2 号炉では 3 t、3 号炉では 1 t とした。

(3) 廃棄物処理施設の定期点検

蒸気タービンを併設した廃棄物発電システムは、法令により、定期検査が義務づけられている。本研究では、以下のようなスケジュールで定期点検を行うこととした⁷⁾。なお、6 月の定期点検では、6/11 ～ 6/20 日の 10 日間は 1・2 号炉ともに運転を停止することとした。

1 号炉：6/1 ～ 6/20 日の 20 日間
10/5 ～ 10/24 日の 20 日間
2 号炉：6/11 ～ 6/30 日の 20 日間
11/5 ～ 11/24 日の 20 日間

4. 計算条件

＜4.1＞ 電力託送を行わない場合の電気料金体系 廃棄物発電システムの買電料金を表 3 に、売電料金を表 4 に示す。買電料金に関しては「自家発補給電力（特別高圧）」²⁾を、売電料金に関しては、「廃棄物からの余剰電力購入単価」²⁾を適用した。なお、表中の夏季とは 7 月から 9 月である。また()内の値は定期点検時の電力量料金である。

電力託送を行わない場合の託送先需要家の買電料金を表 5 に示す。ここでは、第 2 業務用季節別時間帯別電力料金単価²⁾を適用した。

表 3 廃棄物発電システムの買電料金

Table 3 Buying price of the refuse-fired generating system.

買電の有無	基本料金 [円/kW]	電力量料金 [円/kWh]
有りの月	1,721.50	夏季 14.19 (11.35) その他季 12.90 (10.32)
無しの月	344.30	—

表 4 廃棄物発電システムの売電料金

Table 4 Selling price of the refuse-fired generating system.

余剰電力売電単価 [円/kWh]		
平日 昼間時間	夏季	12.97
	その他季	12.55
その他時間		2.16

表 5 電力託送を行わない場合の託送先需要家の買電料金
Table 5 Buying price of the demand in case of no electricity wheeling service.

基本料金 [円/kW]	電力量料金 [円/kWh]
1950.00	重負荷時間 22.34
	昼間時間 16.55
	夜間時間 7.00

＜4.2＞ 電力託送を行う場合の電気料金体系

電力託送を行う場合の発電システムの買電料金は、電力託送を行わない場合と同様とした。なお、現状では電力託送時の余剰電力は、託送契約電力の 3%を上限として電力会社により購入されており、実際に売電できる電力は非常に少なくなることから、本研究では電力託送時の電力会社への余剰電力の売電単価は 0 円/kWh とした。

表 6 には託送先需要家の買電料金、また表 7 には廃棄物発電システムから託送先需要家への電力託送に伴う電力会社への電力託送料金を、それぞれ示す。これらの料金には、「接続供給約款関連料金」⁸⁾を適用した。

表 6 電力託送を行う場合の託送先需要家の買電料金

Table 6 Buying price of the demand with electricity wheeling service.

種類	買電の有無	基本料金 [円/kW]	電力量料金 [円/kWh]
負荷変動 対応電力			10.26
事故時 補給電力	有りの月	1,235.0	15.30
	無しの月	370.5	—
定期検査時 補給電力	有りの月	1,235.0	12.24
	無しの月	370.5	—

表 7 電力託送料金

Table 7 Price of electricity wheeling service.

基本料金 [円/kW]	電力量料金 [円/kWh]
490.0	1.82

5. 電力託送を行わない場合の運用結果

＜5.1＞ 運転時系列結果 廃棄物発電システムの運用結果の例として、廃棄物焼却量および発電電力の時系列結果を図 7 に示す。

1・2 号炉が稼働している期間は、発電電力が所内消費電力を大幅に上回るため、電力系統への売電電力が生じる。定期点検前の 5 月は、ピット残量に余裕があるため、売電単価が安い夜間には、廃棄物焼却量を減らし、系統への売電電力を抑制している。しかし、6 月の定期点検後の 9 月前半は、ピット残量を減らすために夜間も最大で廃棄物を焼却しなければならず、そのために売電電力は昼夜を問わずほぼ一定の値となる。

＜5.2＞ 廃棄物発電システムおよび需要家の年間コスト

廃棄物発電システムおよび需要家の年間コストを算出した結果を表 8 に示す。廃棄物発電システムでは、年間発電電力量 (60.5 GWh) の約 2/3 が所内で消費され、残りの 1/3 (19.7 GWh) が電力系統に売電される結果、1.31 億円の利益が生じている。その内訳は、売電収入：1.70 億円、定期点検時の電力量料金：0.14 億円、基本料金：0.25 億円である。

図7 電力託送を行わない場合の廃棄物発電システムの運転時系列結果の例

Fig.7 Example of time series result of the refuse-fired generating system with no electricity wheeling service.

表8 電力託送を行わない場合の廃棄物発電システムおよび需要家の年間コスト

Table 8 Annual cost of the refuse-fired generating system and demands with no electricity wheeling service.

需要家	年間コスト [億円]	基本料金 [億円]	電力量料金 [億円]
廃棄物発電システム	-1.31	0.25	-1.56
大学	2.04	0.57	1.47
病院	0.59	0.14	0.45
集合住宅	0.17	0.06	0.11

需要家に関しては、年間コストに占める電力量料金の割合が最も高いのは病院であり、次いで大学、集合住宅となっている。

6. 電力託送を行う場合の運用結果

〈6.1〉 託送先需要家の概要 電力託送を行う場合、託送先需要家の組み合わせをパラメータとした。託送先需

図8 対象とした託送先需要家の年間負荷電力量、最大負荷、および負荷率

Fig.8 Annual electric load energy, maximum load and load factor of demands.

要家の組み合わせごとの総負荷電力量、最大負荷および負荷率を図8に示す。なお、託送先需要家を組み合わせる際、負荷変動対応電力が供給上の制約を超えないことを条件とした。すなわち、最大負荷電力が3.09 MW以下となるように組み合わせた。大学の最大負荷は大きいため、一つの住宅との組み合わせのみ可能である。また、負荷電力量を最大にできるのは、4病院と5住宅の組み合わせであり、その年間負荷電力量は16.0 GWhと、廃棄物発電システムの売電可能量の約80%である。

〈6.2〉 運転時系列結果 廃棄物発電システムの運用時系列結果として、4病院と5集合住宅とを組み合わせた場合を図9に示す。

6月の定期点検前の5月は、廃棄物焼却量を調整し、託送先需要家の負荷に合わせた発電がなされている。一方、6月の定期点検後の9月前半は、廃棄物の焼却を優先しなければならないために負荷に合わせた発電電力の制御はなされず、その結果、負荷電力が減少する夜間には、系統への売電電力が増大し、3 MWにまで達している。

託送先需要家の組み合わせごとに売電電力量を比較したのが図10である。負荷電力量が少ない託送先需要家の組み合わせ(大学、大学+住宅)では、売電電力量が多いことが分かる。売電電力量を最大限抑制する組み合わせ(3病院+6住宅)でも約5 GWhの売電電力量が生じている。

〈6.3〉 合計年間コスト 次に、託送先需要家の組み合わせごとの合計年間コスト(=廃棄物発電システムのコ

図9 電力託送を行う場合の廃棄物発電システムの時系列結果の例

Fig.9 Example of time series result of the refuse-fired generating system with electricity wheeling service.

スト+託送先需要家のコスト)の内訳を図11に示す。廃棄物発電システムのコストは、託送先需要家が変わってもほぼ一定である。電力託送に関わるコストは、全体の約25%を占めている。

需要家の基本料金および買電料金の内訳を図12に示す。6, 10および11月に廃棄物発電システムが定期検査を行うことから、定期検査時補給電力の基本料金は、事故時補

図10 電力託送を行う場合の廃棄物発電の売電電力量
Fig.10 Electric energy sold from the refuse-fired generating system to electric utility (with electricity wheeling service).

図11 電力託送を行う場合の合計年間コストの内訳
Fig.11 The items of total annual cost with electricity wheeling service.

給電力の基本料金の約1.6倍となる。需要家の電力システムからの買電料金は、電力託送を行わない場合には基本料金の2~3倍程度であったが、電力託送を行う場合には基本料金と同程度まで減少している。なお、買電料金は、計算の想定上、定期検査時補給電力のみである。

図 12 電力託送を行う場合の需要家の年間コストの内訳
Fig.12 The items of annual cost of demand with electricity wheeling service.

年間負荷電力量が同程度の需要家を比較した場合、住宅をより組み合わせた需要家の電力量料金は、住宅を組み合わせていない需要家の電力量料金よりも低くなる。例えば、3 病院と 4 住宅を組み合わせた需要家は、4 病院の需要家よりも電力量料金は 43 万円低く、また、4 病院と 5 住宅を組み合わせた需要家は、5 病院と 1 住宅を組み合わせた需要家よりも電力量料金は 88 万円低い。

7. 電力託送の有無による年間コストの比較

電力託送の有無による合計年間コストを比較したのが図 13 である。

電力託送の経済性に最も影響を与える要因は、託送先需要家の負荷電力量である。負荷電力量が少なく、系統への売電電力量が多いような場合には、託送有りの年間コストは託送無しのそれを大幅に上回る。しかし、託送先需要家の年間負荷電力量が廃棄物発電システムの年間売電可能量に近づくと、託送が経済的となる。例えば、3 病院と 6 住宅、4 病院と 3 住宅、4 病院と 5 住宅とを組み合わせた需要家では、電力託送が経済的となっている。その場合の負荷電力量は 13.8 GWh 以上であり、これは廃棄物発電システムの売電可能量の 70% 以上にあたる。

電力託送の経済性の改善には、負荷特性の異なる施設を組み合わせることも有効である。ピーク負荷の発生時刻が異なる病院と住宅とを組み合わせることで、最大負荷を抑制しながら年間負荷電力量を増大させる（負荷率を改善する）ことが可能である。また、住宅を組み合わせることで、需要家の 6 月の電力量料金（定期検査時補給電力）を抑制

図 13 電力託送の有無による年間コストの比較
Fig.13 Comparison of annual cost with and without electricity wheeling service.

しながら年間負荷電力量を増大させることが可能である。

例えば、5 病院と 1 住宅とを組み合わせた需要家と 4 病院と 5 住宅とを組み合わせた需要家とを比較した場合、両者の最大負荷はほぼ同じであるが、後者は、負荷電力量が 1.1%、負荷率が 0.9 ポイント、それぞれ増大し、また電力量料金が 88 万円減少している。その結果、後者のコスト削減効果は、前者よりも 3.4% 高くなっている。

なお、4 病院と 5 住宅とを組み合わせた需要家は、本研究の想定の下では最も経済的であり、その合計コストの削減率は 16% に達する。

8. まとめ

本研究では、電力の自由化がより進んだ段階を想定し、卸電気事業者として廃棄物発電システムを取り挙げ、その余剰電力を需要家へ電力託送する場合の経済性を検討した。具体的には、廃棄物発電システムの運用上の制約条件や電力託送上の制約を考慮し、経済的な廃棄物発電システムの運用を動的計画法により決定し、廃棄物発電システムと需要家との合計年間コストを計算した。電力託送先需要家として、大学、病院、福祉関連の集合住宅などの民生施設を取り挙げた。

その結果、託送先需要家の年間負荷電力量が廃棄物発電システムの売電可能量の約 70% 以上となれば、電力託送が経済的となることが分かった。負荷特性の異なる施設を組み合わせることで、最大負荷電力を抑制しながら年間負荷電力量を増大させることや、廃棄物発電システムの運転計画に合わせた電力需要の調整が可能となり、電力託送の経済性を改善できることが確認できた。

本研究の想定の下で電力託送が最も経済的となるのは、

4 病院と 5 集合住宅とを組み合わせた需要家であり、その合計年間コストは託送しない場合に比べて 16%低減した。このように、託送先需要家を適切に選定することで、廃棄物発電システムの経済性を大幅に改善できることが分かった。

需要家の組み合わせによる電力託送の経済性への影響については、対象とする需要家の種類を増やすとともに、廃棄物発電システムの運転計画および電気料金制度との関連を考慮したより詳細な検討が必要である。それらについては、今後、研究を進めていく予定である。

(平成 13 年 6 月 21 日受付, 平成 14 年 4 月 24 日再受付)

文 献

- (1) 資源エネルギー庁ホームページ, <http://www.enecho.meti.go.jp/>
- (2) 中部電力(株):「契約メニューのご案内」, 平成 12 年 1 月
- (3) 土屋 他:「季時別料金制度下での自家発需要家の反応(2)」, エネルギー資源学会第 11 回研究発表論文集, pp.79-82, 1993
- (4) 土屋 他:「燃料費不確定性のもとで季時別料金制度を導入する自家発需要家の最適運用」, 電気学会論文誌 B, Vol.112-B, No.12, pp., 1992
- (5) 豊橋市資源化センター:「各炉整備日報」, 平成 11 年度
- (6) 空気調和・衛生工学会:「都市ガスによるコージェネレーションシステム計画・設計と評価」, 丸善, pp.138-142, 1994
- (7) 豊橋市資源化センター:「廃棄物処理計画案」, 平成 12 年度
- (8) 中部電力(株):「接続供給約款関連料金表」, 平成 12 年 3 月

見目 喜重 (正員) 1995 年 3 月豊橋技術科学大学大学院工学研究科博士後期課程修了。同年 4 月同大学電気・電子工学系助手, 2002 年 4 月より豊橋創造大学経営情報学部講師。工博。日本太陽エネルギー学会会員, エネルギー資源学会会員。

藤原 義和 (学生員) 2001 年 3 月豊橋技術科学大学工学部電気・電子工学課程卒業。現在, ユニチカ(株)に勤務。

滝川 浩史 (正員) 1986 年 3 月豊橋技術科学大学大学院工学研究科電気・電子工学専攻修士課程修了。以後, カナダ・シャープブルック大学研究員, 豊橋技術科学大学電気・電子工学系助手などを経て, 現在, 助教授。工博。応用物理学会, プラズマ・核融合学会, フラワーレン研究会会員。

榊原 建樹 (正員) 1972 年 3 月名古屋大学大学院工学研究科電気工学専攻博士後期課程修了。以後, 名古屋大学助手などを経て, 現在, 豊橋技術科学大学電気・電子工学系教授。工博。応用物理学会, 日本太陽エネルギー学会, IEEE 会員。