

関西大学大学院理工学研究科 学生員 ○山口 徹也  
関西大学環境都市工学部 非会員 今井 友亮  
関西大学環境都市工学部 正会員 盛岡 通  
関西大学環境都市工学部 正会員 尾崎 平

1. はじめに

地域熱供給施設（以降，DHC 施設）は，エネルギーの面的利用や未利用エネルギーの利用による省エネルギー効果が期待できる．省エネルギー性能を示す指標として総合エネルギー効率（表-1）が用いられていて，東京都では既存 DHC 施設を対象に，毎年総合エネルギー効率を用いて電力主体・ガス主体方式別にランク付け評価を行い，ランクの低い施設には改善義務を命じる場合もある．正しい評価方法や改善策を行うためには総合エネルギー効率にかかる要因を把握する必要がある．電力主体方式については近年蓄熱槽の活用により，ピークカット・シフト運転が可能となり，エネルギー効率の向上が図られている現状もある．

以上を踏まえ本研究では，電力主体方式 DHC 施設の供給側・需要側の特性が総合エネルギー効率に与える効果・及ぼす影響について重回帰分析を用いて評価し，考察を行った．

2. 研究の方法

調査対象は，全国の熱供給事業を行う 148 施設中，電動主体方式の 32 施設（電力比（表-1）が 0.70 以上）とした．なお，熱供給事業のデータ（2007 年度）は熱供給事業便覧<sup>1)</sup>を参照した．

(1) 熱需要の冷熱・温熱の比率の違いや DHC 施設の稼働率・経過年数の違い，温度差エネルギーの利用が総合エネルギー効率に与える影響・効果の分析

熱需要の冷熱・温熱の比率を冷熱比（表-1），DHC 施設の稼働率を平均稼働率代替値（表-1），経過年数を施設経過年数（表-1）とし，これら 3 つの指標を説明変数として用い，総合エネルギー効率を目的変数に段階的重回帰分析を行う．温度差エネルギーの利用がある 9 施設（温度差エネルギー利用型 HP 容量割合 >1%）については，温度差エネルギー利用を定量的に表す指標を用いられなかったため，この回帰分析から除外する．また，分析より得られる推計式を温度差エネルギーの利用がある施設にも当てはめて考察する．

(2) 蓄熱槽容量の違いや供給先の建物敷地開拓度の違いが施設の稼働率に与える影響・効果の分析

蓄熱槽容量の違いを冷蓄熱容量割合（表-1），供給先の建物敷地開拓度を供給先建物敷地開拓割合（表-1）とし，これら 2 つの指標を説明変数として用い，平均稼働率代替値を目的変数に重回帰分析を行う．

3. 結果と考察

(1) 総合エネルギー効率に与える影響・効果の分析の結果と考察

重回帰分析(N=23)を行った結果を表-2 に示す．冷熱比，平均稼働率に有意な正相関が見られた．尚，施設経過年に有意な相関はなかった．

冷熱比に高い正相関が示された理由は，電力主体方式

表-1 本研究で用いる指標

| 指標                | 単位     | 式                                                                                      |
|-------------------|--------|----------------------------------------------------------------------------------------|
| 電力比               | [-]    | $\frac{\text{電力使用量[GJ/year]}}{\text{電力・ガス使用量[GJ/year]}}$                               |
| 総合エネルギー効率         | [-]    | $\frac{\text{熱販売量[GJ/year]}}{\text{電力・ガス使用量[GJ/year]}}$                                |
| 冷熱比               | [-]    | $\frac{\text{冷熱販売量[GJ/year]}}{\text{熱販売量[GJ/year]}}$                                   |
| 平均稼働率             | [%]    | $\frac{\text{熱製造量[MJ/year]}}{\text{DHC施設容量[MJ/h]}\times 8760[h]}\times 100$            |
| 平均稼働率代替値          | [%]    | $\frac{\text{熱販売量[MJ/year]}}{\text{DHC施設容量[MJ/h]}\times 8760[h]}\times 100$            |
| 施設経過年数            | [year] | 2007[year]-(供給開始年)[year]                                                               |
| 温度差エネルギー利用型HP容量割合 | [%]    | $\frac{\text{総温度差エネルギー利用型HP容量[MJ/h]}}{\text{DHC施設容量[MJ/h]}}\times 100$                 |
| 冷蓄熱容量割合           | [%]    | $\frac{\text{冷蓄熱容量[MJ]}}{\text{DHC施設容量[MJ/h]}\times 24[h]+\text{冷蓄熱容量[MJ]}}\times 100$ |
| 供給先建物敷地開拓割合       | [%]    | $\frac{\text{供給先建物敷地面積[m}^2\text{]}}{\text{計画供給区域面積[m}^2\text{]}}\times 100$           |

表-2 総合エネルギー効率を目的変数に置いた重回帰分析の結果

| N=23         |        | 有意水準 99%** 95%* |      |
|--------------|--------|-----------------|------|
| 説明変数名        | 相関係数   | 有意確率(片側)        |      |
| 冷熱比[-]       | 0.668  | **              | 0.00 |
| 平均稼働率代替値[%]  | 0.569  | *               | 0.02 |
| 施設経過年数[year] | -0.412 |                 | 0.25 |

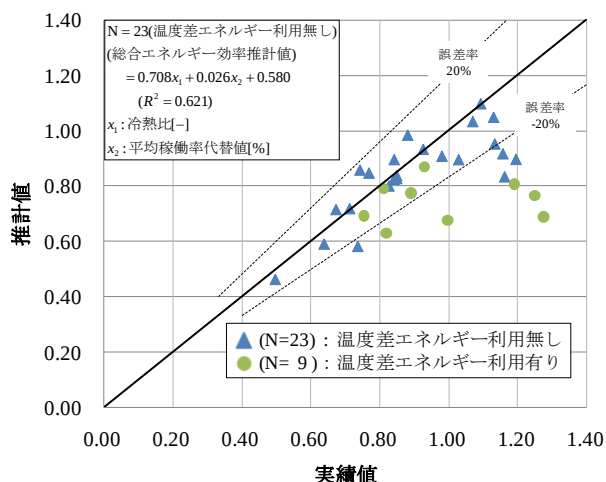


図-1 総合エネルギー効率の推計値と実績値の関係

DHC 施設がもつ冷熱製造機器（冷凍機，HP（冷熱生成時））は温熱製造機器（ボイラー，HP（温熱生成時））よりも高いエネルギー効率で熱生成できるからだと考えられる．平均稼働率代替値に正相関が示された理由としては，熱製造機器の低稼働運転が総合エネルギー効率の低下を招いているものだと考えられる．

図-1 より，温度差エネルギーの利用が無い施設（N=23）から得られた推計式に温度差エネルギーの利用が有る施設（N=9）を当てはめた場合，全体的に推計値より実績値が上回る傾向にあった．これはやはり温度差エネルギー利用による一次エネルギー量削減の効果だと考えられる．

## (2) 施設の稼働率に与える影響・効果の分析の結果と考察

重回帰分析（N=31，特異な需要特性から 1 施設を除いた）を行った結果を図-2 に示す．冷蓄熱容量割合に有意な正相関がみられた．この変数を用いた推計値と実績値の関係を図-2 に示す．

冷蓄熱容量割合に正相関が示された理由としては，熱需要のピーク時に蓄熱槽の放熱運転による熱供給が期待でき，結果的に熱生成装置の容量が削減されたからだと考えられる．

分析によって得られた推計値と実績値から算定した誤差率と供給先の建物敷地開拓度の関係を図-3 に示す．誤差率 20%を越える施設の多くは供給先建物敷地開拓割合が低い傾向にある．これは当初予測していた熱需要量を下回り，DHC 施設の容量余りが影響していると考えられる．

## 4. おわりに

本研究により電力主体方式 DHC 施設の総合エネルギー効率は供給する熱量の冷熱比，施設全体の稼働率，温度差エネルギーの利用との関係があることを示した．冷熱比については特に相関関係が強く，今後 DHC を総合エネルギー効率で評価する際には重要な指標であり，需要側の特性に合わせた評価を行う必要がある．また，稼働率を高める方法の一つとして蓄熱槽の利用がある．今回は，蓄熱槽容量を大きくすることで稼働率が高まることを示した．また，計画供給区域のなかで実際に供給を受ける建物の敷地割合が稼働率に影響している傾向も示せた．温度差エネルギーの利用について，利用すれば総合エネルギー効率を高める傾向にあることを示せたが，今度導入するには計画段階からの入念なアプローチと法制度の規制緩和が求められる．

【参考文献】1) (社) 日本熱供給事業協会：熱供給事業便覧，平成 20 年版

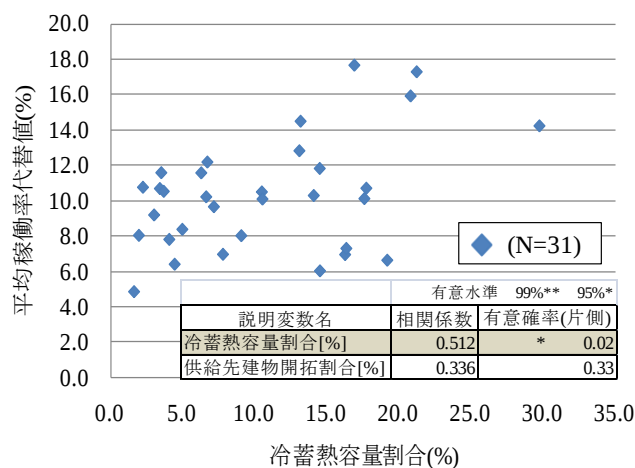


図-2 平均稼働率代替値を目的関数に置いた重回帰分析結果と平均稼働率代替値と冷蓄熱容量割合の関係

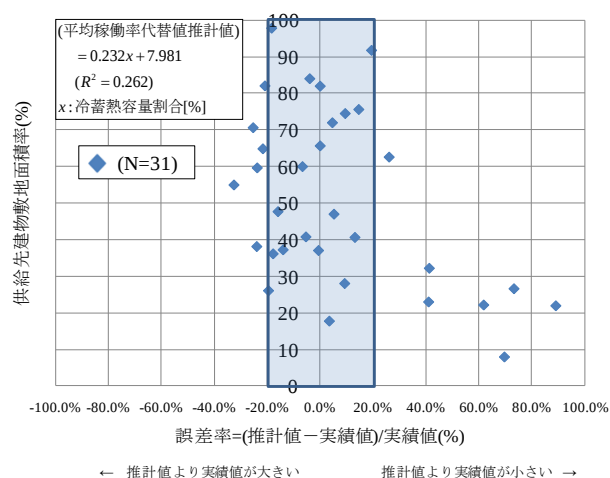


図-3 平均稼働率代替値の推計値の誤差率と供給先建物敷地面積割合の関係