

## 日積算給湯消費量の予測に関する研究 その2

正会員 ○近藤 修平\*  
正会員 銚井 修一\*\*給湯消費量 蓄熱 自己回帰  
最小二乗法 フーリエ級数

## 1. はじめに

蓄熱式給湯機の給湯使用量の予測手法として、森本ら[1]は、前日と1週間前の使用量に重み付けをして線形加算することにより、当日の電力や給湯の使用量予測を行うことを提案している。

本報告では、関西地区を中心として測定した10軒の住宅における給湯測定データをもとに、自己回帰モデルによる給湯消費量の予測手法を提案する。

## 2. 実測住宅の概要

表1に示す住宅を対象に測定を行った。測定期間は基本的に1年以上としたが、モニター04は途中で引越しを行ったので、測定期間は5ヶ月程となった。また、モニター06は測定期間中に同一市内で集合住宅から戸建住宅へ引越しを行っている。モニター06(前期)を除き、基本的に戸建住宅で、2~4人で構成される住宅を選定した。

表1 モニターの概要

| モニター番号 | 所在地     | 給湯システム | 住宅形態 | 測定期間          |
|--------|---------|--------|------|---------------|
| 1      | 兵庫県姫路市  | CO2HP  | 戸建   | 05/Jan~06/Mar |
| 2      | 滋賀県大津市  | ガス給湯器  | 戸建   | 04/Nov~06/Dec |
| 3      | 兵庫県姫路市  | 電気温水器  | 戸建   | 06/Jul~08/Mar |
| 4      | 大阪府池田市  | ガス給湯器  | 戸建   | 06/Jul~06/Nov |
| 5      | 大阪府箕面市  | ガス給湯器  | 戸建   | 06/Aug~08/Feb |
| 06(前期) | 神奈川県藤沢市 | ガス給湯器  | 集合   | 06/Nov~07/Dec |
| 06(後期) | 神奈川県藤沢市 | ガス給湯器  | 戸建   | 08/Jan~08/Sep |
| 7      | 兵庫県川西市  | CO2HP  | 戸建   | 06/Oct~08/Feb |
| 8      | 大阪府守口市  | ガス給湯器  | 戸建   | 08/Mar~09/Mar |
| 9      | 千葉県千葉市  | ガス給湯器  | 戸建   | 08/May~09/Mar |
| 10     | 兵庫県姫路市  | ガス給湯器  | 戸建   | 08/Jun~09/Mar |

## 3. 給湯使用量予測のための入浴パターン分類

各住宅の入浴パターンを、給湯使用量の量的および時間的変化(短期間を含む)の観点から、1.年間を通じてシャワー浴を基本とし、数日毎に湯張り入浴を行う住宅、2.季節ごとに湯張り又はシャワー浴を主とした入浴を行う住宅の2種類に分類した。さらに、パターン「2」に属する住宅の給湯使用状況を分析した結果、「夜間は季節により湯張り又はシャワー浴を主とした入浴を行うが、日中の給湯使用に曜日依存性のない住宅」と、「夜間は季節により湯張り又はシャワー浴を主とした

入浴を行うが、日中の給湯使用に曜日依存性のある住宅」の2種類に分類できることがわかった。結局、本報告では表2に示す3パターンに分類した。本報告では、これら3種類の入浴パターンのうち、季節ごとに湯張り又はシャワー浴を主とした入浴を行うが、日中の給湯使用に曜日依存性のない住宅に対する予測モデルについて検討を行った結果について報告する。

表2 入浴パターン分類

| モニター番号             | 入浴スタイル                                               |
|--------------------|------------------------------------------------------|
| 01, 03, 05, 07, 10 | 夜間においては季節ごとに湯張り又はシャワー浴を主とした入浴を行うが、日中の給湯使用に曜日依存性のない住宅 |
| 06, 09             | 夜間においては季節ごとに湯張り又はシャワー浴を主とした入浴を行うが、日中の給湯使用に曜日依存性のある住宅 |
| 02, 04, 08         | 年間を通じてシャワー浴を基本とし、数日毎に湯張り入浴を行う住宅                      |

## 4. 夜間においては季節ごとに湯張り又はシャワー浴を主とした入浴を行うが、日中の給湯使用に曜日依存性のない住宅における日積算給湯使用量の予測

今回の調査対象住宅の半数が、この入浴パターンに分類された。これらのモニターの中で、1年間以上の観測データがあり、欠測が少ないモニター05を対象にして日積算給湯使用量の予測式を作成する。モニター05の日積算給湯使用量は、夏少なく冬多い正弦波状の変化をしている(図1)。そこで、2006年8月4日からの1年間の日積算給湯使用量の調和解析を行い、フーリエ級数の0次(年平均)及び1次項(1年周期)により、日積算給湯使用量を近似した(図2)。日積算給湯使用量からこのフーリエ級数による近似値を差し引き、季節変動成分(トレンド)を取り除いた時系列(図3)の自己相関関数を図4に示す。この時系列が前日の給湯使用と弱い相関をもつことがわかる。

よって、給湯使用量をフーリエ級数によるトレンドと1次の自己回帰モデルAR(1)との和として、式1のように近似する。

$$Q_{(n)} - FT_{(n)} = \alpha(Q_{(n-1)} - FT_{(n-1)}) + \varepsilon \quad \cdots \text{式1}$$

ただし

 $Q_{(n)}$ : n日の日積算給湯使用量 [MJ/day] $FT_{(n)}$ : n日の日積算給湯使用量のフーリエ級数による近似値 [MJ/day] $\alpha$ : (=0.22)自己回帰モデル(AR(1))の係数 $\varepsilon$ : 平均0[MJ/Day]、分散5.70[(MJ/day)<sup>2</sup>]の白色雑音 [MJ/day]

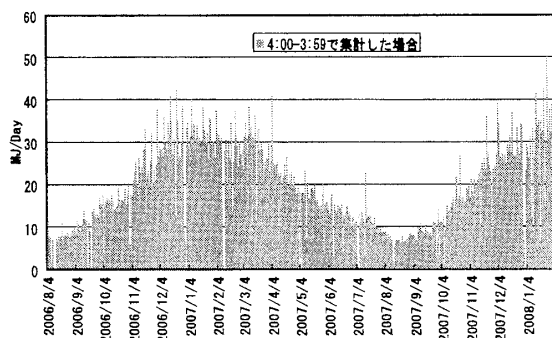
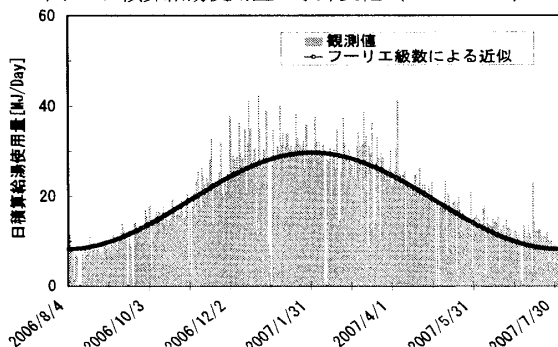
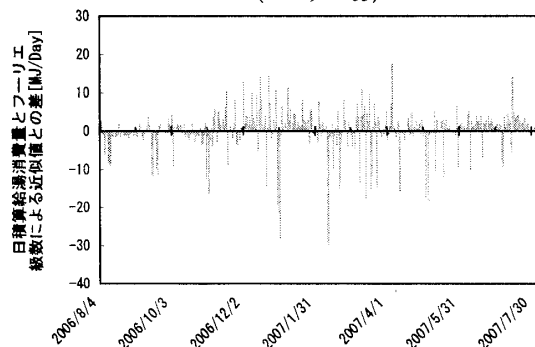
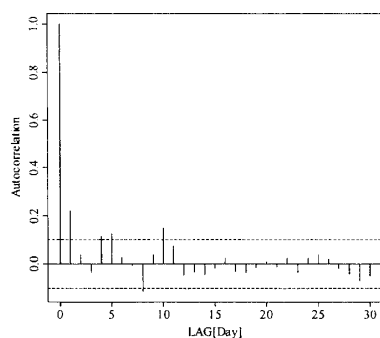
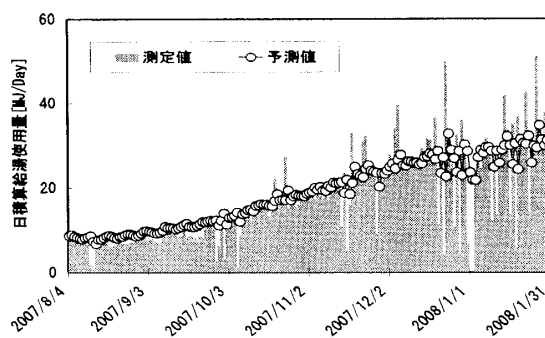


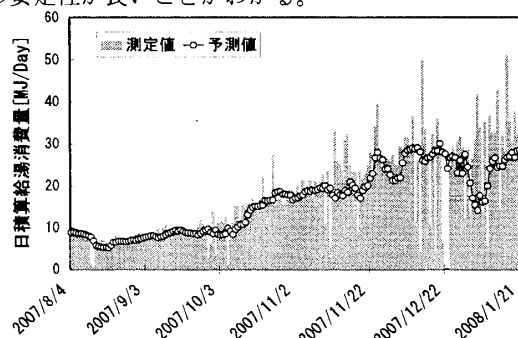
図1 日積算給湯使用量の季節変化 (モニター05)

図2 日積算給湯使用量のフーリエ級数による近似  
(モニター05)図3 日積算給湯消費量とフーリエ級数  
による近似値との差 (モニター05)図4 フーリエ級数による季節変動成分を除去した日積算  
給湯使用量の自己相関関数 (モニター05)図5 日積算給湯使用量の予測値と測定値の比較  
(モニター05)

この式1を用いて、2007年8月4日以降の給湯データを予測したものを図5に示す。急激な給湯使用がある日を除き、予測値は測定値を比較的良好に再現している。

#### 4. 他の予測方式との比較

モニター05を対象として、過去1週間の移動平均値を元にした予測を図6に示す。移動平均による予測に較べて今回提案した自己回帰モデルによる予測(図5)は、予測の安定性が良いことがわかる。

図6 1週間の移動平均による日積算給湯使用  
量の予測値と測定値の比較 (モニター05)

#### 5. まとめ

実測した住宅における日積算給湯使用の時系列解析を行った。その結果、今回解析対象とした住宅における日積算給湯使用量は、フーリエ級数によるトレンドと1次の自己回帰モデルAR(1)との和として表現できた。また、通常使用されることが多い1週間の移動平均による給湯消費量の予測モデルに較べて、予想日直前の給湯の特異な使用状況(使用が全く無いなど)に影響されにくいといえる。

#### 参考文献

[1]森本義則, 澤田雄治, 橋野浩樹: コージェネレーションシステムの運転方法及びコージェネレーションシステム, 公開特許公報(A), 特開2005-291561, 平成17年10月22日

\*関西電力(株) エネルギー利用技術研究所 博士(工学)

\*\*京都大学大学院工学研究科 教授 工博

\*Kansai Electric Power, Inc., Energy Use R&amp;D

\*\*Prof., Graduate School of Eng., Kyoto University, Dr. Eng.