

居住環境モニタリング技術に関する研究

評価技術課 塚本吉俊 佐々木克浩

1. 緒言

化石燃料資源の枯渇や低炭素社会実現の要請から、節電、省エネへの取組みが求められている。低消費電力の家電製品が普及するなかで、利用者には省エネの実践が求められている。家庭向けエネルギー管理には、機器毎に通信機能付コンセントを設置し、電源管理や電力モニタリングを行う手法があるが、費用や制御系の消費電力増の問題がある。一方、個別の電源管理を行わなければ、分電盤で消費電流を計測する手法がコスト的に最も有利である。そこで、分電盤の系統別に電流センサを設置し、消費電流をモニタリングするとともに、電流波形の特徴を解析し稼働機器を推定するシステムの開発に取り組んだ。

2. 電流波形解析システムの概要

開発システムは、CT 型電流センサ（マルチ計測機製 CTF-6）と電圧位相を検出する電圧センサを用い、機器の消費電流波形の収集と解析を行った。図 1 にシステムの概要を、図 2 に電流センサ及び電圧センサを示す。試作した電圧センサは、絶縁保護された電極を非接地側の電源線を被覆上から挟み込むもので、電極上には静電誘導により電位が誘起し、負荷を通して大地との間に電流が流れる。これを計測する方式なので、特別な電気工事は必要としない。

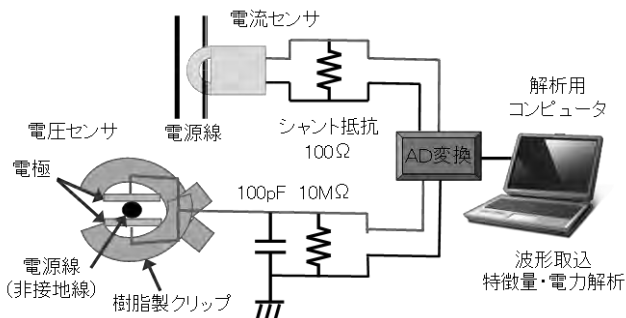


図 1 電流波形解析システム



図 2 電力計測用センサ

解析用コンピュータは、電流と電圧値の収集と、電流の最大値、平均値、波高率、波形率、実効値及び 19 次までの奇数次高調波と消費電力を特徴量として求め、表示と蓄積を行う。A/D 変換速度は、高調波解析を行うため、電源周波数 1 周期あたり 64 点（50Hz で 3200 サンプル/秒、60Hz で 3840 サンプル/秒）とした。

図 3 に、レフ電球(150W)の測定例を示す。この電球は抵抗負荷であり、電圧と電流の位相が同期（ピーク位置が一致）するが、静電誘導型電圧センサを用いた場合、

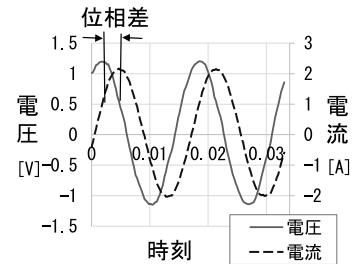


図 3 レフ電球の測定波形

位相ずれを生じる¹⁾。このため、抵抗負荷で位相差を補正し、電圧の極性が負から正に変わる時刻から 8 周期(512 点)の電流値を抽出し、特徴量の計算を行っている。

消費電力は、瞬時電力（ある時刻の電圧と電流の瞬時値の積）を 1 周期分平均して計算できる。電圧と電流の位相関係が特定されているので、電圧を理想的な正弦波と仮定して、測定された電流値とその時刻の電圧の理論値との積を 8 周期分平均して消費電力を推計した。

3. 実験結果および考察

図 4 に 10 種類の家電製品の消費電力について、開発システムと電源ライン EMC 試験システム（株東陽テクニカ製 100-CTS）での測定結果を示す。線形性が認められ、電力推計が可能となった。

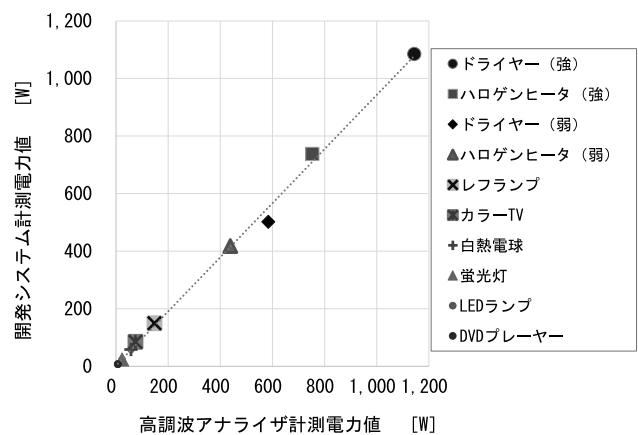


図 4 電力計測精度

次に、複数機器を稼働させたときの電流変化について検討した。図5は、同じ容量のレフ電球を1個から3個まで点灯させたときの電流値の変化であり、点灯数に応じて倍増している。同様に、点灯数を3個から2個に減らした時、1個相当量の電流値が減ることがわかる。

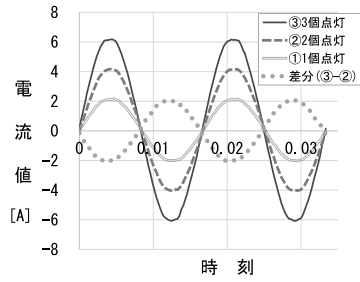
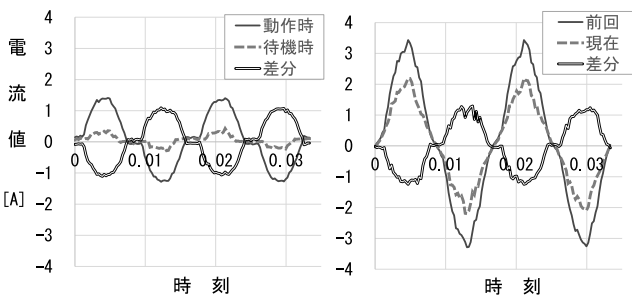


図5 複数点灯時の電流変化

また、液晶テレビを例に、実際に分電盤において起動時や停止時の電流の変化量から機器を特定することを試みた。



(A)機器単体の測定波形 (B)分電盤での測定波形
図6 注目機器の電流変化(液晶テレビの例)

まず、液晶テレビ単体の動作時と待機時の電流を測定(図6(A))し、ON-OFF動作時の特徴量を保存した。次に、液晶テレビが接続された分電盤の分岐ブレーカで、ON-OFF動作時の電流の変化量(図6(B))を求め、その特徴量を蓄積された特徴量と比較を行った。類似性の評価には、消費電力の大きさと第19次までの高調波の構成比率を用いた。図7に高調波の構成比率の例を示す。推定対象の測定値から求めた高調波の構成比率と登録された機器の高調波の構成比率を各次数で比較し、その差が最小のものを稼働機器として推定した。図6(B)、図7の例では、液晶テレビが消されたものと推定できた。

キーワード：家電機器、電流波形、特徴量、生活パターン、省エネルギー

Development of system technology to monitor dwelling environment

Evaluation Engineering Section; Yoshitoshi TSUKAMOTO, Katsuhiko SASAKI

To contribute to energy saving, the system which analyzes the consumption current of home electric appliances is developed. The non-contact sensors to detect the phase between voltage and current of home panel boards were developed. The features of power consumption and magnitude of harmonic current were useful to discern the working states of household appliance. The quality of life-support services will be improved by the monitoring of appliances closely related life activity.

この手法は電流の差分値を用いるため、電力変動が少ない系統での機器の推定には有効と考えられる。一方、電力変動の大きい系統の場合や、複数機器が同時に稼働した場合の推定は今後の課題として残った。

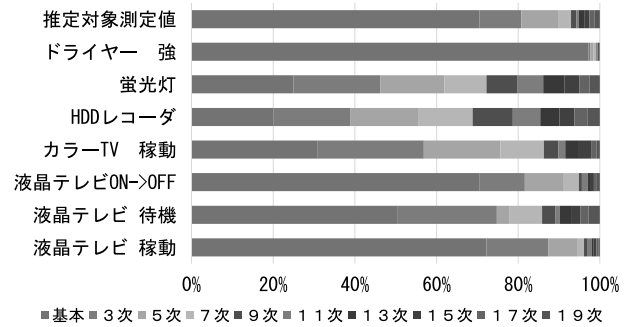


図7 高調波の構成比率の例

4. 結言

分電盤等で測定した電流波形から、稼働機器を推定するためのデータ処理システムの開発を行った。

非接触方式の電圧位相検出センサを試作し、電圧位相を基準に電流波形の比較を可能とした。個別機器の消費電流波形について形状の特徴量と消費電力を蓄積し、機器の稼働、停止時に検出される電流の変化量から、機器稼働状況の推定が可能になった。これにより、電流波形から稼働機器を推定するための基礎的手法が構築された。

家電機器使用の特徴を把握することは、エネルギー管理や機器の使用パターンの変動に着目した生活者の異変検知や見守り支援技術に応用できる。今後は、焦電センサを中心とする生活見守りシステムと連携し、生活行動の詳細な把握と生活空間の快適性・安全性の判断に有効な指標について検討する。

参考文献

1)古川達也ら:配電系力率測定用電圧検出センサの実用化に関する研究,計測論 Vol.31-11(1995)1810-1816