

生活パターンセンサの変動要因の分析に基づいた評価環境 Test environment under the study of power line variation factor for life pattern sensor

樋熊 利康[†] 小川 雄喜[†] 勝倉 真[†] 久代 紀之[‡]
Toshiyasu Higuma[†] Yuki Ogawa[†] Makoto Katsukura[†] Noriyuki Kushiro[‡]

1. はじめに

再生可能エネルギー導入計画が活発化しており、安定的な利用に向けては電力供給システムによる需給制御の実現が重要な課題である。一般家庭において、電力需給が生活パターンにより変動することが知られている。筆者らは、家電機器が稼働中に消費する電流の高調波を計測し、家電機器毎の特徴を捉えることで稼働中の機器を特定し、その稼働履歴から、居住者の生活パターンを推定する生活パターンセンサの開発を行っている。家電機器の消費する電流は電源条件に依存し変動することが予測される。生活パターンセンサ実用には、この変動要因の設計パラメータ化、ならびに定量的に評価を行うための環境構築が課題である。本論分では、フィールドでの機器稼働時の電力等計測値の分析により変動要因として考慮すべき項目の検討とこれらに基づき生活パターンセンサについて定量的評価を可能とする試験装置と試験装置で実施した再現試験について紹介する。

2. 機器検知モデル

2.1 生活パターンセンサの概要

筆者らが開発中の生活パターンセンサは各家電機器が稼働中に消費する電流の合成波を分電盤に設置した CT で計測し、合成波形の中から各機器の特徴を抽出、あらかじめ取得した教師データと比較することにより稼働中の機器を同定する。図 1 にシステム構成を示す。

特徴量である電流高調波は各住戸の電源線を通じて分電盤に集約される。したがって、電源線上のさまざまな変動が外乱として電流高調波発生に影響を与えるとが予測される。

2.2 高調波伝送系のモデル化

電源線上で起こる変動と生活パターンセンサへ与える影響について図 2 に関係図を示す。電源線上の変動は、各々のパラメータが関係しており、単純に電氣的な現象として捉えれば機器が稼働すると負荷インピーダンスが変動して系統から引込む電流が変化する。系統インピーダンスや宅内の電源線のインピーダンスにより電圧降下が起き電圧変動が発生する。また、負荷電流が特定の位相に局所的に流れる場合には電圧ひずみの要因にもなる。ただし、宅内の家電機器の消費電力は系統の容量に比較し無視しえる程度の容量であるといえる。機器の稼働により引き起こされる変動と系統側の都合により起こる変動のいずれが支配的なかがポイントである。

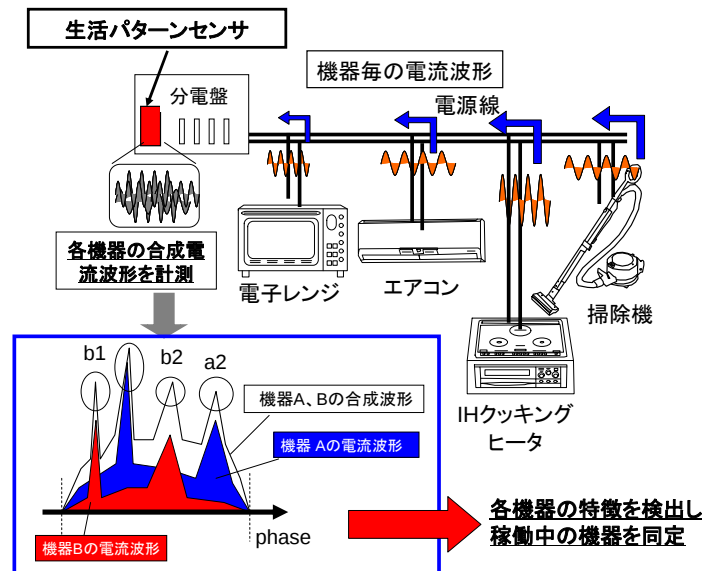


図1 生活パターンセンサシステム構成

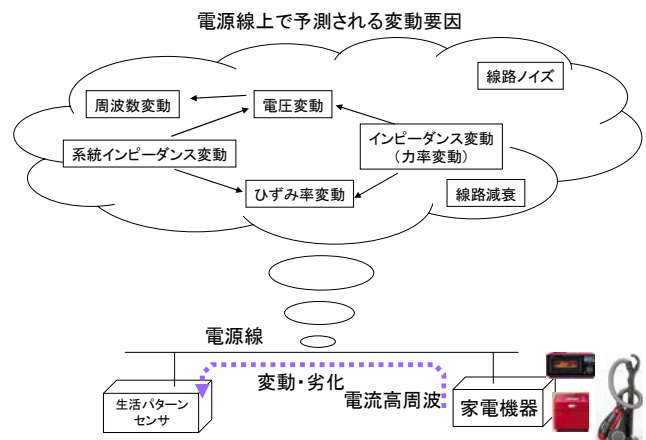


図2 電源系の変動要因と電流高調波の関係

2.3 実フィールドの電力計測と変動要因

戸建てマンション、小規模ビルなど含む 10 件について宅内で消費される電力と電圧、力率、高調波などの計測を実施した。図 3 に縦軸が消費電力、横軸が電圧のグラフ、図 4 には縦軸が消費電力、横軸を力率のグラフを示す。図 3 のように電圧は消費電力に無関係に変動しており、宅内の機器稼働との相関は見られない。図 4 は力率の分布については電力が低い領域では計測誤差の影響もあるが力率の変動幅が広く、電力が高い領域では 1 に近い力率に集中している。計測データにおいては 0.9 以上の力率での稼働時間分布が約 7 割であった。このデータから家電機器稼働時は力率はほぼ 1 で動作していると想定できる。これは同時

[†] 三菱電機株式会社 MITSUBISHI ELECTRIC CORP.

[‡] 九州工業大学 Kyushu Institute of Technology

に複数の家電機器が動作した場合でも検知対象機器の電流高調波は他の機器の力率 ($\cos$ リアクタンス成分) に影響を受け、全体的に位相がずれるといったような変動は起こらないという仮定を立てることができる。また、他に影響を与えるパラメータとし電源配線のインダクタンス成分や停止している機器の電源端子に並列に装着されるノイズ吸収用コンデンサにより機器が消費する電流波形が分電盤にいたるまでに歪むことが考えられるが、生活パターンセンサで扱う周波数は数 kHz の範囲であり、回路シミュレーションにより波形の変化等検討したが顕著影響はない。また、電源線を伝送系として扱った場合でも宅内の配線の電気長に比較して扱う信号の波長は十分に長く、位相ずれ等は問題にならない。

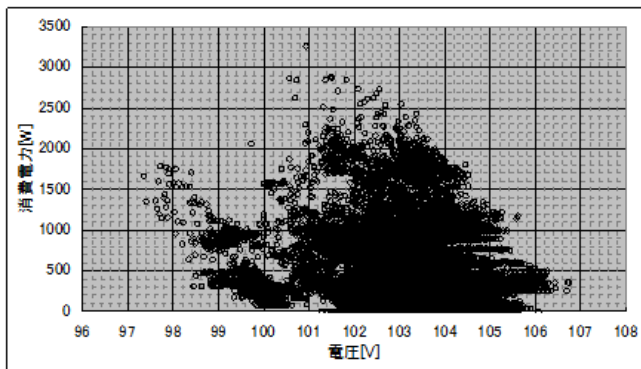


図3 宅内の消費電力と電圧

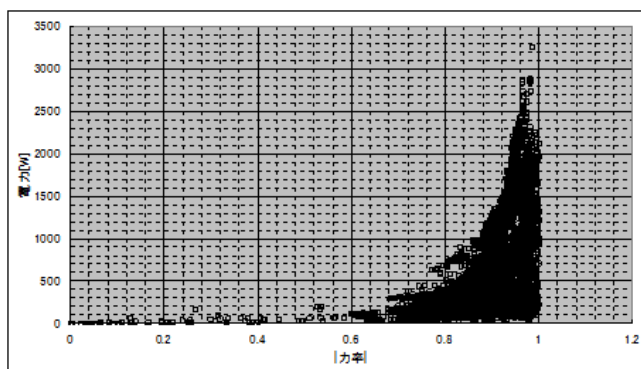


図4 宅内の消費電力と力率

3. 電源環境シミュレータ

以上のフィールドデータの分析により電源変動と力率を定量的に設定可能な評価環境が用意できればシステムの評価が可能であると考えられる。そこで図5に示すようにリアンプ動作可能な交流電源装置と任意波形で電流消費が可能な交流電子負荷装置を組み合わせ評価環境を開発した。正弦波の任意電圧、フィールドで取得したひずみ電源の環境で家電製品を稼働させ特徴量の計測が可能である。また交流電子負荷を任意の力率で運転することにより、機器稼働による宅内のインピーダンスの定常的な変動が再現できる。また、複数の機器稼働時の電流波形を計測し電子負荷で消費させることにより電源周期内で機器の動作により起こる局所的なインピーダンス変動を安定的に再現することが可能となった。図6はシミュレータで発生させたフィールドの電圧波形である。また図7はその電源にて掃除

機を同一のモードで運転したときの高調波電流の波形である。発生させた電圧の実効値は 100V~103V の範囲であったが実行値と位相ずれ量の相関は無い。波形形状との関連性について特に低次高調波成分の大きさ等との関連を今後、調査する必要がある。

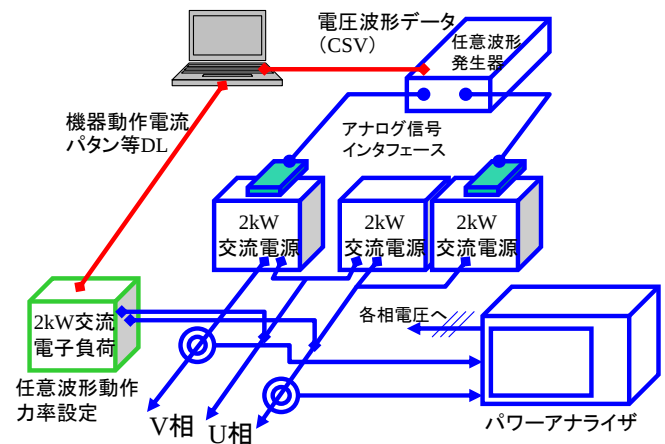


図5 電源環境シミュレータ構成

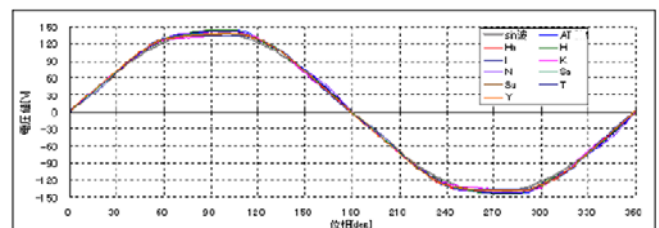


図6 電源環境シミュレータ出力電圧例

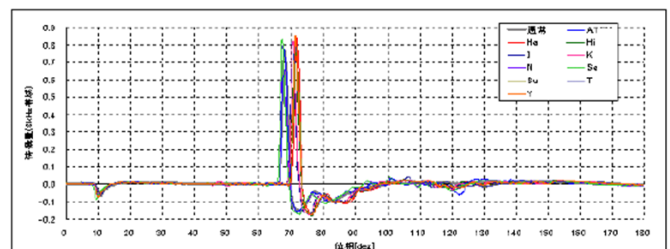


図7 掃除機の高調波電流波形

4. まとめ

生活パターンセンサ開発に関連しフィールド計測に基づいて考慮すべき変動要因について明らかにし、この検討に基づいた評価環境の開発を完了した。今後、これら環境による評価と分析を重ね、実用化に向けた開発を加速する。

参考文献

- [1] 若菜 理恵、三菱電機の HEMS、電気と工事、2003 年 1 月号、pp.34-40、オーム社、(2003)
- [2] Makoto Katsukura, Masahiro Nakata, Yoshiaki Ito and Noriyuki Kushiro: Life Pattern Sensor with Non-intrusive Appliance Monitoring, IEEE International Conference on Consumer Electronics, (2009)
- [3] Noriyuki Kushiro, Makoto Katsukura, Masanori Nakata and Yoshiaki Ito: Non-intrusive Human Behavior Sensor for Health Care System, Human Computer Interaction International Conference, (2009)