

スマートタップ型生活見守りシステム構築に最適な家電の提案

高林 優稀^{†1} 長瀬 滯生^{†1} 安部 恵一^{†1} 一色 正男^{†1}

概要: 本稿ではスマートタップで取得した家電の消費電力量から人の行動を分析及び把握する生活見守りシステムに着目した。本稿ではこのスマートタップを用いた生活見守りシステムを「スマートタップ型生活見守りシステム」と呼ぶ。このスマートタップ型生活見守りシステムの先行技術として、市販の「見守りコンセント WiFi-Plug」があるが、いくつかの課題がある。大きな課題はスマートタップを生活見守りとして活用する場合、スマートタップに家電を取り付けるとしたらどの家電が最適であるか明確になっていないため、専門知識を有しない素人では十分に扱えないものとなっている。

そこで、本研究では、この課題を解決するためスマートタップ型生活見守りシステムに最適と考える家電について調査及び検討を行ったので報告する。

キーワード: スマートタップ, 生活見守りシステム, 消費電力量

Proposal of optimal consumer electronics for building of Life Monitoring System by The Smart Tap

YUKI TAKABAYASHI^{†1} REO NAGASE^{†1}
KEIICHI ABE^{†1} MASAO ISSHIKI^{†1}

Abstract: This paper, we focus recognitions of life monitoring system analysis and grasp the person's behavior for power consumption of consumer electronics by smart-tap. In this paper, we refer to the life monitoring system using the smart-tap as "Life Monitoring System by The Smart Tap". As prior art to a commercial "MIMAMORICONSENTO WiFi-Plug" but there is some subject. The Smart-tap of using life monitoring system, To enable eve a person having no specialized can't full use for consumer electronics to the smart-tap case which optimal consumer electronics hasn't been clarified.

In the paper, we propose optimal consumer electronics thinking in order to this subject life monitoring system by the smart tap.

Keywords: Smart Tap, Life Monitoring System, Power consumption

1. はじめに

総務省統計局より、高齢者（65歳以上）の人口は3461万人（平成28年度9月15日現在推計）で、総人口のおよそ27.3%を占める[1]。高齢者の増加とともに、1人暮らしの高齢者の孤独死や宅内での事故も増加すると考えられ、宅内での人の行動把握や安否確認できるシステムが必要とされている。

宅内での人の行動を把握するシステムとして生活見守りシステムがある。生活見守りの既存研究及び技術としていくつかの報告がある。例えば宅内に設置したスマートメータで取得した消費電力量の波形より人の行動を分析することで宅内の生活見守りとして活用する研究がある。宅内の消費電力量取得で生活見守りに繋げる既存研究として、スマートメータの他にスマートタップを使ったものがある。スマートタップとは、無線通信機能と電力測定機能を搭載した電源タップである。消費電力を取得したい家電のコンセントと家庭用ACコンセントの間にスマートタップを接続するだけで、その家電の消費電力を測定し、無線通信で上位PCへ測定結果を送り届けるものである。また上位PCのアプリケーション上で家電の消費電力などの見える化を行い、利用者に対して節電を促すものである。スマートタップで電力の見える化システムを構築する場合、設置工事、既存家電の改造、新規での家電の買い替えなどは一切不要であるため導入コストを安価にでき、また素人でも簡単に設置できるなど多くの利点がある。

本稿ではこのスマートタップで取得した家電の消費電力量から人の行動を把握する生活見守りシステムに着目した。本稿ではこのスマートタップを活用した生活見守りシステムを「スマートタップ型生活見守りシステム」と呼ぶ。このスマートタップ型生活見守りシステムの先行技術として、株式会社パワーエレクトの「見守りコンセント Wi-Fi-Plug」があるが、いくつかの課題が存在する。大きな課題としてはスマートタップを生活見守りとして活用する場合、スマートタップに取り付ける家電としてどの家電が最適であるかなどは明確になっておらず、素人では十分に扱えないものとなっている。

本稿ではこのスマートタップで取得した家電の消費電力量から人の行動を把握する生活見守りシステムに着目した。本稿ではこのスマートタップを活用した生活見守りシステムを「スマートタップ型生活見守りシステム」と呼ぶ。このスマートタップ型生活見守りシステムの先行技術として、株式会社パワーエレクトの「見守りコンセント Wi-Fi-Plug」があるが、いくつかの課題が存在する。大きな課題としてはスマートタップを生活見守りとして活用する場合、スマートタップに取り付ける家電としてどの家電が最適であるかなどは明確になっておらず、素人では十分に扱えないものとなっている。

^{†1} 神奈川工科大学 創造工学部 ホームエレクトロニクス開発学科
Department of Home Electronics, Faculty of Creative Engineering,
Kanagawa Institute of Technology.

そこで、本研究では、この課題を解決するためスマートタップ型生活見守りシステムに最適な家電について調査及び検討を行った。

本稿では、第2章で関連研究と課題について述べ、第3章でスマートタップ型生活見守りシステムの概要を示す。第4章ではプロトタイプ評価として、評価方法及び評価結果について述べ、第5章で本研究の結論を述べる。第6章では家電の使用頻度に関するアンケートとしてアンケート内容とアンケート結果について述べ、第7章で今後の展開を述べる。

2. 関連研究と課題

スマートメータは、通信機能を搭載した電力メータであり、遠隔による検針及び今後増加する再生可能エネルギーによる発電の増加に伴う電力品質維持を制御する目的で電力会社を中心に一般家庭の設置を進めており、例えば東京電力の管轄エリアでは2020年までに全て利用者宅(約2700万台)の設置を進めている。このスマートメータから得られた宅内全体の消費電力量の情報を詳細に分析すると、生活パターンだけでなく、世帯人数や起床・就寝時間、食事の時間帯など詳細を把握できるため、一般の個人情報よりもプライバシーの問題になるとの報告がある[2]。これを逆手にとれば生活見守りとして活用できることを意味しており、実際に電力会社などではスマートメータを使った見守りサービスも検討されている。

神奈川県ホームページより、センサ・機器等による高齢者の見守り・安否確認サービス実施企業一覧として44の企業が一例として紹介されている[3]。そのなかで半数以上の企業が、人感センサやドアの開閉を感知するセンサを使用した生活見守りサービスを行なっている。センサを用いた生活見守りシステムは、センサの設置箇所の検討や設置と維持にコストがかかり、センサにより常時監視されているという心理的抵抗を感じやすいなどの課題がある[4]。また、カメラを使用した生活見守りシステムは、カメラの設置箇所によっては利用者が心理的抵抗を感じ、プライバシーの侵害に繋がる課題などがある[5]。スマートメータやスマートタップから取得した宅内の機器などの消費電力から人の行動を把握及び推定する研究があるが[7],[8],[9]、人の行動を把握及び推定するのにどの家電が有効であるかは明確とならず、研究及び調査報告もない。

ところでスマートタップ型生活見守りシステムの先行技術として、パワーエレクトロニクス(株)の「見守りコンセントWiFi-Plug」[10]があるが、大きな課題としては、生活見守りとして活用する場合にスマートタップに取り付ける家電としてどの家電が最適であるか明確になっておらず、このため専門知識を有しない素人では十分に扱えないものとなっている。

そこで、本研究ではこの課題を解決するためにスマート

タップ型見守りシステムに最適な家電について調査及び検討を行う。

3. スマートタップ型生活見守りシステムの概要

図1に想定したスマートタップ型生活見守りシステムを示す。スマートタップに接続された各種家電の消費電力は、上位PCでデータ収集及び分析を行い、遠隔の親戚などに安否情報を含むメールやWebページなどに知らせるシステムを想定した。

スマートタップは、測定したい家電と家庭用コンセントの間に接続するだけで、一切既存家電を改変せずに家電の電力消費量の見える化を実現できるため、素人でも見える化システムの構築が容易であり、新規での設置工事費用が安価になる利点がある。またネットワーク構築において制約がなく任意の手法でデータ取得できるのも魅力の一つである。

今回は、図1のシステムでいう上位PCにスマートタップで取得した電力情報を届けてグラフ表示・分析を行える部分のプロトタイプを開発した。このプロトタイプ開発より家電などの消費電力量の変化と人の行動がどの程度一致しているか実証実験により評価を行なった。

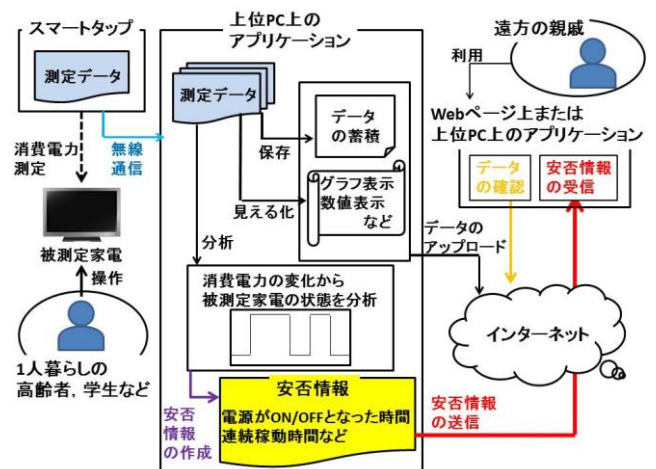


図1 想定したスマートタップ型生活見守りシステム

4. プロトタイプ評価

4.1 評価方法

図2に本プロトタイプの評価方法を示す。図3より各種家電の消費電力量をスマートタップで測定し、人の動作(主に電源のON/OFF)が消費電力量の波形の変化量と一致しているかをカメラで被測定家電の使用状況を録画し、スマートタップから取得した消費電力量の波形と比較し評価した(図4)。人が家電を操作したときに消費電力量の波形が変化する場合、家電の消費電力と人の行動との相関性とれるため、本稿ではこのような現象が得られた家電をスマー

トタップ型生活見守りシステムに最適な家電とした。

被測定家電の電力測定には、ラトックシステム(株)から発売されている「Bluetooth ワットチェッカー」とワットチェッカー専用アプリケーション「BTWATTCH」を用いた[11]。

被測定家電は経済産業省資源エネルギー庁家庭部門機器別電気使用量の内訳[12]より電気使用量が多い冷蔵庫とテレビを選出した。また、その他家電として電子レンジや電気ポット、電気ケトル、Blu-ray レコーダー(以下BDレコーダーと呼ぶ)、炊飯器、ノートパソコン、デスクトップパソコン、モニター、卓上照明を選出し、スマートタップで消費電力の測定を行った。エアコンや扇風機、暖房機器などは一定の季節しか使用しない家電のため、今回は被測定家電から外すことにした。また天井照明(シーリングライト)については、スマートタップ(Bluetooth ワットチェッカー)の取付けが困難なため、今回被測定家電から外すことにした。

ワットチェッカー専用アプリケーション「BTWATTCH」を使って、サンプリング時間は1分間隔で得られた被測定家電の消費電力量の波形を求めた。



図4 被測定家電の消費電力の測定風景

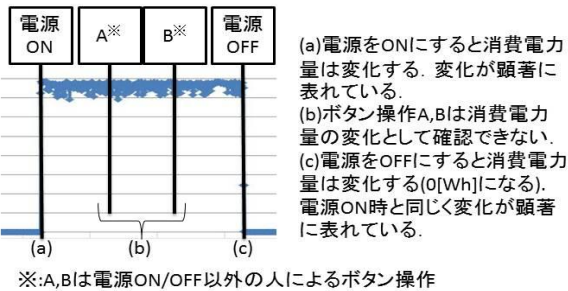


図2 人による操作と消費電力量の変化量による評価方法

(1) 冷蔵庫(型式 MR-P15W/三菱電機)の消費電力量の測定

図5に冷蔵庫の消費電力量波形を示す。図5に示すよう冷蔵庫の消費電力量の波形は周期的変化をしているのが特徴的である。この特徴的な周期的変化は、冷蔵庫内の電動機または電熱装置が周期的にON/OFFを繰り返しているためである。消費電力量は、電熱装置がONとき1.6Wh前後のノイズのようなシャープ状波形が発生し、安定すると約1Whに落ち着き、電熱装置がOFFのときは0Whとなる。

冷蔵庫のドアの開け閉めといった人による操作は直接消費電力量の変化量として現れないことが判った。

よって、冷蔵庫の場合、人の動作に関係なく消費電力量は周期的に変化するため、冷蔵庫はスマートタップ型生活見守りシステムに適さないものと考えられる。

(2) テレビ(型式 LC-24K7/SHARP)の消費電力量の測定

図6にテレビの消費電力量波形を示す。図6に示すテレビの消費電力量の波形はテレビの電源のON/OFF操作が消費電力量の変化として顕著に現れるのが判る。テレビの消費電力量は、電源OFFのとき0Whとなり、電源をONにすると瞬時に0.4Whまで変化する。チャンネルを変更するといったボタン操作は直接テレビの消費電力量の変化に現れなかった。よって、人の動作である電源のON/OFF操作のみが消費電力量の変化として現れるため、スマートタップ型生活見守りシステムに適していると考えられる。

(3) 電気ポット(型式 CV-TW22/象印)の消費電力量の測定

図7に電気ポットの消費電力量波形を示す。図7より、電気ポットの消費電力量の波形は、非周期的な変化をしており、電源のONと給水といった電熱装置がONときだけ消費電力が大きく変化している。電気ポットの電源ON及び給水は人手による操作を行った場合だけ電気ポットの消費電力が大きく変化する。このときの消費電力量の変化は

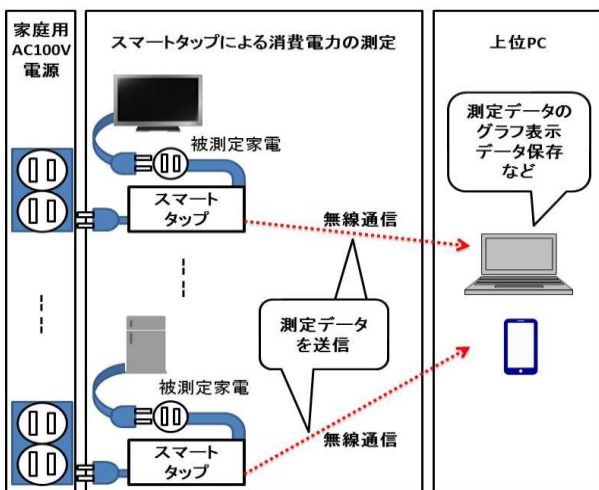


図3 スマートタップによる消費電力測定の概要

4.2 評価結果

冷蔵庫とテレビ、電気ポット、BDレコーダー、ノートパソコンについての評価結果を示す。図5から図10の消費電力量のグラフについて、縦軸は消費電力量(Wh)で、横軸は60分刻みとなっている。

人の行動と相関性が見られる。電熱装置が ON となると消費電力量は瞬時に 15 Wh まで変化し、沸騰後に 90°C 保温モードになると非周期的動作であるが、消費電力量は 0 Wh から 1 Wh の間で安定する。

電気ポットの「給湯ボタン」の操作は消費電力量の変化として確認できなかったが、電源の ON や給水などは人の動作と相関があるため、電気ポットはスマートタップ型生活見守りシステムに適していると考えられる。

(4) BD レコーダー (型式 BD-W510/SHARP) の消費電力量の測定

図 8 に BD レコーダーの消費電力量波形を示す。図 8 より、BD レコーダーの消費電力量の波形は、非周期的な変化をしているが、電源の ON/OFF が人によるものなのか機械によるものなのかが、消費電力量の変化からでは判別できないのが特徴的である。また、消費電力量は、電源 ON 時は 0.36 Wh で電源 OFF 時は 0.3 Wh と変化量が非常に小さい。自動録画による電源の ON と人による電源の ON の消費電力量の変化は、どちらも 0.36 Wh であり数値的变化からでも判断が困難である。BD-W510 の「一発起動」機能によって BD レコーダーが待機状態となっているため、電源 OFF 時の消費電力量は 0 Wh とならない。

人が操作を行ったのが不明確な部分がある BD レコーダーは、スマートタップ型生活見守りシステムに適さない家電といえる。

(5) ノートパソコン (型式 CF-SX2/Panasonic) の消費電力量の測定

図 9 にノートパソコンの消費電力量波形を示す。図 9 より、ノートパソコンの消費電力量の変化は、非周期的に変化しており、電源の ON/OFF が消費電力量の変化として顕著に表れ、電源が ON のときパソコン上で起動しているアプリケーションなどによって消費電力量が変化するのが特徴的である。消費電力量は、電源 ON 時に 0.9 Wh まで変化し、その後電源が OFF になるまで非周期的動作をしていることが判る。パソコン上での作業が消費電力量の変化として表れているが、アプリケーションによっては人が操作しなくても自動で起動や処理などを行なうものもあるため、人による操作か機械による操作か判断が難しい。そのため、人が操作を行ったのが不明確な部分がある。しかし、電源の ON/OFF が消費電力量の変化として顕著に表れているため、パソコンの起動及び停止だけをみればスマートタップ型生活見守りシステムに適しているといえる。

(6) 1 日の人の行動と被測定家電の消費電力量の変化

被測定家電 (冷蔵庫, テレビ, BD レコーダー, ノートパソコン) の消費電力量の波形と測定時の宅内での人の大まかな行動を合わせた図 9 より下記のことが判る。

- 冷蔵庫は人の行動に関係なく周期的に変化している。
- BD レコーダーは自動録画機能により、電源の ON/OFF が人によるものなのか機械による自動的なものなの

か判断ができない。

- 朝と夕食時はテレビをつけている。
- 夕食後にノートパソコンを起動している。
- 就寝時はテレビもノートパソコンも電源が OFF となっている。

図 10 よりテレビの消費電力量だけを見た場合、テレビの電源が OFF となった時間と就寝時間で誤差があることが判る。ノートパソコンの消費電力量を見るとテレビの電源が OFF となった後でも、ノートパソコンの電源は ON であり就寝時に電源が OFF となっている。よって、テレビは生活見守りシステムに適した家電といえるが、1 台のテレビだけでは人の行動を完全に把握できないことが判る。そのため、他の生活見守りシステムに適した家電とうまく組み合わせることが必要であると考えられる。

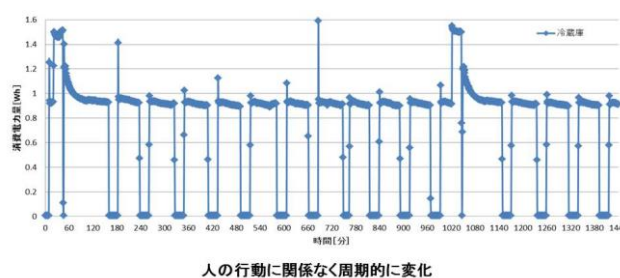


図 5 冷蔵庫の消費電力波形

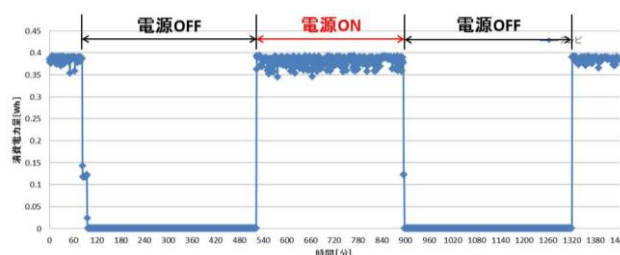


図 6 テレビの消費電力波形

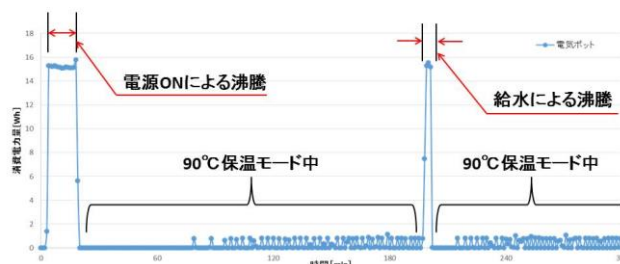


図 7 電気ポットの消費電力波形

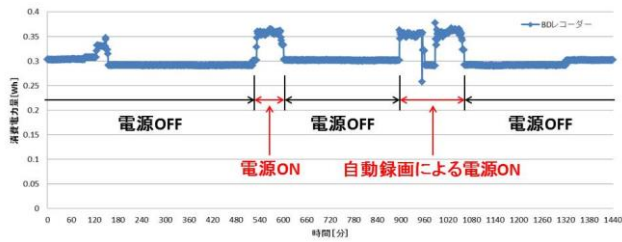


図 8 BD レコーダーの消費電力波形

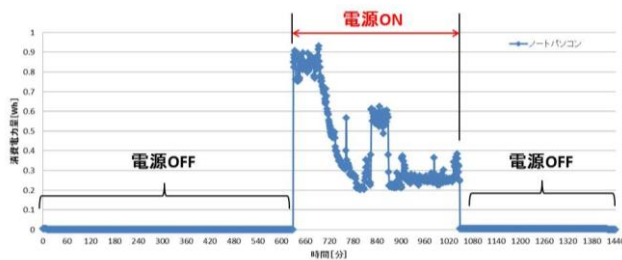


図 9 ノートパソコンの消費電力波形

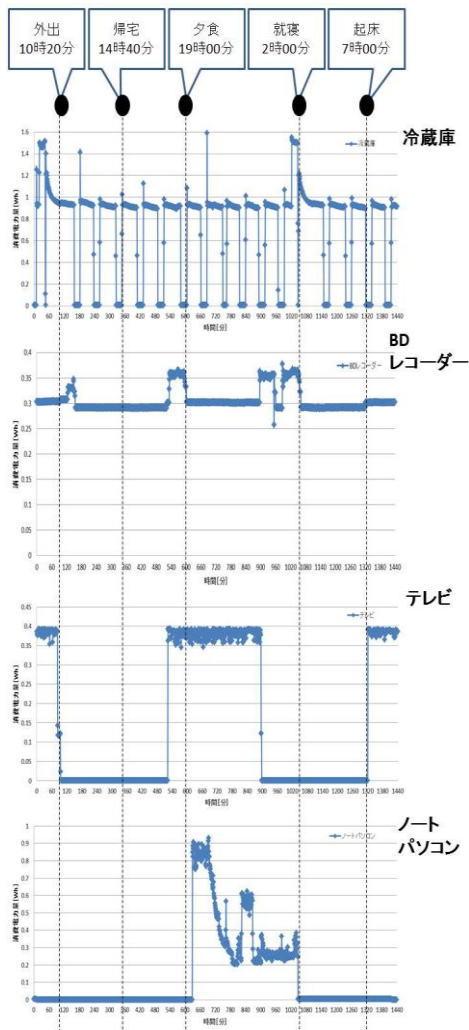


図 10 人の行動と被測定家電の消費電力量の変化

5. 結論

被測定家電の消費電力量波形の測定結果から、動作別に A~C の 3 つに分類した。A「無人でも周期的動作をする家電」、B「非周期的動作で人が関わると電力波形が変化する家電」、C「非周期的動作であるが人が機械による操作か判別できない家電」。表 1 に分類分けした家電を示す。今回の結果から、人の動作（電源の ON/OFF）が消費電力量の変化として顕著に表れる分類 B の家電がスマートタップ型生活見守りシステムに適している家電である。

表 1 被測定家電の分類分け

| 分類 | 被測定家電 |
|----|--|
| A | 冷蔵庫 |
| B | テレビ, モニター, 電気ケトル, 電気ポット ノートパソコン, デスクトップパソコン 電子レンジ, 炊飯器, 卓上照明 |
| C | BD レコーダー |

6. 家電の使用頻度に関するアンケート

6.1 アンケートの内容

本稿の第 5 章の結論より、スマートタップ型生活見守りシステムに適した家電は分類 B「非周期的動作で人が関わると波形が変化する家電」の家電であり、その中で最もテレビが最適であると考えた。しかし、現代ではスマートフォンの普及や大手動画サイトの視聴率の増加により必ずしもテレビが最適とは限らないため、年代別に宅内で 1 日 1 回以上必ず使用している家電についてのアンケートを行なった。表 2 に実施したアンケートの内容を示す。

表 2 家電の使用頻度に関するアンケートの内容

| 質問項目 | 回答項目 |
|----------------------------------|---|
| 1. 性別 | 男性, 女性 |
| 2. 年代 | 10 代, 20 代, 30 代, 40 代, 50 代, 60 代, 70 代, 80 代, 80 代以上 |
| 3. 現在 1 人暮らしをしているか | はい, いいえ |
| 4. 1 日に 1 回以上必ず使用する家電 ※複数選択あり | テレビ, 電子レンジ, 電気ポット, 炊飯器, 電気ケトル, 掃除機, 冷蔵庫, 洗濯機, ドライヤー, ノートパソコン, デスクトップ, モニター, 空気清浄機, 卓上照明, トースター, 食器洗浄機, レコーダー, その他 |
| 5. 4 の質問にてテレビを選ばなかった理由 | 1. テレビを持っていない 2. スマホ, PC 等で動画サイトを利用しているため 3. その他 |

6.2 アンケートの結果

今回実施したアンケートでは10代は34人(男性33人, 女性1人)と20代は51人(男性47人, 女性4人)の合計85人の回答を得られた。1日1回以上必ず使用する家電にテレビを選択した人とテレビを選択しなかった人の割合について, 1人暮らしをしていない人でまとめたものを図11に示し, 1人暮らしをしている人でまとめたものを図12に示す。また, テレビを選択しなかった人が1日1回以上必ず使用する家電の割合について, 10代でまとめたものを図13に示し, 20代でまとめたものを図14に示す。

図11より, 1人暮らしをしていない人(親元で暮らしている人)で10代が30%(22人), 20代が54%(40人)の合計84%が1日1回以上必ずテレビを使用すると回答している。よって, テレビは生活見守りの家電として有効的であるといえる。ただ約8割以上の方はテレビを生活見守りとして使用できるが, 残りの2割の方は他の家電を適応する必要がある。図12より, 1人暮らしをしている人で10代が18%(2人), 20代が46%(5人)の合計64%が1日1回以上必ずテレビを使用しないと回答しているため, 1人暮らしをしている人の6割はテレビ以外の他の家電を適応する必要がある。

図13と図14より, テレビを選択しなかった人が1日1回以上必ず使用する家電は, 10代20代ともに冷蔵庫とドライヤーの回答数が多かった。次に回答数が多い家電は, 10代は洗濯機と卓上照明, 20代はデスクトップパソコンや炊飯器, モニター, 掃除機, レコーダー, その他(LDプレイヤー)であった。年代によって1日1回以上必ず使用する家電に違いがあることがアンケート結果より明らかになった。また, 6人中3人の女性(すべて20代)がドライヤーと回答した。そこで, すべての年代や性別に合ったスマートタップ型生活見守りシステムを構築するために, 年代問わず使用率が高い家電(テレビ)の他に, 年代別や性別を考慮して2台以上の家電を用いる必要がある。

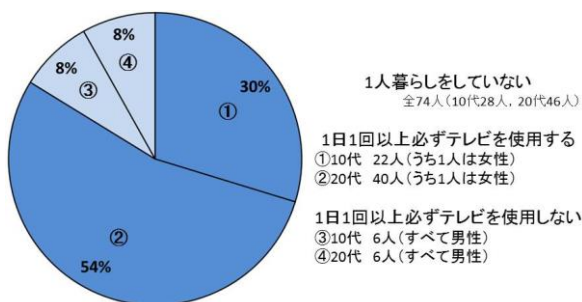


図11 テレビを1日1回以上必ず使用する人の割合(1人暮らしをしていない)

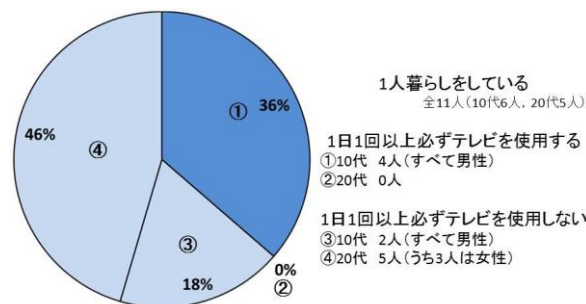


図12 テレビを1日1回以上必ず使用する人の割合(1人暮らしをしている)

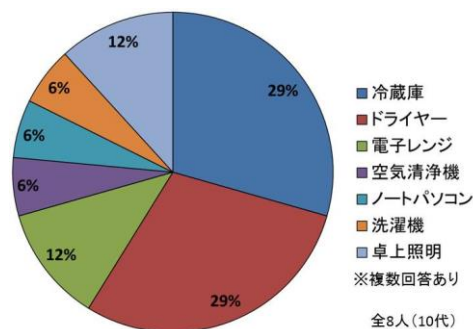


図13 テレビを選択しなかった人が1日1回必ず使用する家電の割合(10代)

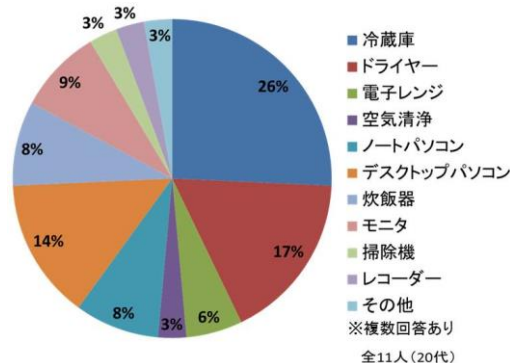


図14 テレビを選択しなかった人が1日1回必ず使用する家電割合(20代)

7. 今後の展開

本研究では, 消費電力量の変化からスマートタップ型生活見守りシステムに適した家電を検討したが, 家電の各種ボタン操作といった動作は今回消費電力量(積算量)の波形からの変化分を観測したため, うまく観測できなかったおそれがある。このため今後は細粒度で消費電力(瞬時値)の変化量を測定できる新たなスマートタップを開発する予定である。

また, アンケートからすべての年代や性別に合ったスマートタップ型生活見守りシステムは2つ以上家電を用いる必要があると考えたが, 1人暮らしをしている学生のデー

タや女性のデータが十分にとれなかったため、今後は他の年代も合わせ再度アンケート評価を行いスマートタップ型生活見守りシステムに最適な条件を見つけ出していきたいと考えている。

参考文献

- [1] 総務省統計局:“総務省統計局”,1.高齢者の人口,
<<http://www.stat.go.jp/data/topics/topi971.htm>>,(入手日
2016-09-20).
- [2] NIST: “Guidelines for Smart Grid Cyber Security”,National
Institute of Standards and Technology Interagency Report
7628,Vol.2,pp.13(2010).
- [3] 保健福祉局福祉部高齢福祉課“神奈川県ホームページ”,
<<http://www.pref.kanagawa.jp/cnt/f470004/>>,(入手日
2016-02-20).
- [4] 石山文彦,井上洋思,山本昌樹,渡辺敏雄,香西将樹,鈴木康直,高
谷和宏:1 千万世帯の独居を見守る,情報処理学会報告書,
Vol.2013-GN-86,No.11,Vol.2013-CDS-6,No.11,(2013).
- [5] 品川佳満,橋本勇人:人間性へ配慮した高齢者見守りシステム
の開発-高齢者のプライバシー・抵抗感に視点をのいた意識調
査-,川崎医療福祉学会誌,Vol.11,p.199-204,No.1,(2001).
- [6] 吉田由起子,吉田宏章,竹林知善:一般家庭の電力需要データの
特徴分析と宅内行動推定への適応,情報処理学会第 78 回全国
大会,4-499,4-500,(2016).
- [7] 吉野太郎,和泉諭,阿部亨,菅沼拓夫:生活環境モニタリングに
基づく行動推定手法の検討,情報処理学会第 75 回全国大
会,3-51,3-52,(2013).
- [8] 山田裕輔,加藤丈和,松山隆司:スマートタップを用いた家電の
電力消費パターン解析に基づく人物行動推定,信学技報,vol.
111,no.134,USN2011-10,pp.25-30,(2011).
- [9] 宮澤重明,石川誠弥,葉山拓哉,岡本健司,関家一雄,杉村博,奥山
武彦,一色正男:新時代 HEMS サービスの開発～スマートメー
タのデータ活用～,Vol.2015-ITS-61 No.3,Vol.2015-CDS-13
No.3,(2015).
- [10] 株式会社パワーエレクトリック:“見守りコンセント WiFi-Plug”,
<<http://powerelec.biz/>>,(入手日 2016-09-20).
- [11] ラトックシステム株式会社:“Bluetooth ワットチェッカー
REX-BTWATTCH1[RATOC]”,REX-BTWATTCH1,
<<http://www.ratocsystems.com/products/subpage/btwattch1.html>>,
(入手日 2016-09-20).
- [12] 総合資源エネルギー調査会省エネルギー基準部会:“経済産
業省資源エネルギー庁ホームページ”,家庭部門機器別電気使
用量の内訳,
<[http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/g
eneral/actual/](http://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/g
eneral/actual/)>,(入手日 2016-09-20).