

「仮設住宅におけるセンサーを活用した見守りシステムの研究」

小川 晃子（社会福祉学部、教授）、澤本 潤（ソフトウェア情報学部、教授）

＜要旨＞

被災地の仮設住宅において異変を早期に把握し、予防的に対処する見守りシステム構築は、喫緊の課題である。見守りシステム構築において、人的見守りとICTを活用した見守りの双方の機能の分担と連携を図ることが必要である。本研究では、申請者らが既に取り組んでいるおげんき発信等の能動的な見守りシステムや人的な見守り体制と組み合わせ、生活行動センサーを活用した異変把握システムの有効性を検証し、実践に活かすことを目的とする。

1 研究の概要

被災地の仮設住宅団地では住民の社会的孤立の問題が重複・重篤化しており、孤立死も顕在化している。これを背景として、仮設住宅において異変を早期に把握し、予防的に対処する見守りシステム構築は、喫緊の課題となっている。見守りのシステム構築においては、人的見守りとICTを活用した見守りの双方の機能の分担と連携を図ることが必要である。

本研究では、申請者らが昨年度から復興研究のフィールドとしている釜石市鶴住居のサポートセンターを見守り拠点として、既に取り組んでいるおげんき発信等の能動的な見守りシステムや人的な見守り体制と組み合わせて、生活行動を把握するセンサーを活用した異変把握システムの有効的な運用方策を検証し、実践に活かすことを目的とするものである。

居住者への負担を出来るだけ軽減することを条件に、家庭の分電盤一箇所に総負荷電流の測定器[1]を設置するだけで、その変化の累積度数分布から居住者による電気機器の操作の有無を推定しライフログを取得しようとするものである。電流の計測値から、待機電力などのスクリーニング、電気機器（テレビ、パソコン、エアコン、電子レンジ、炊飯器、冷蔵庫、洗濯機

など）の利用状況の推定を行うことにより居住者の生活概況を把握可能かどうかの検証を行う。居住者の生活状況を把握できたかどうかの確認の為に、居住者の方（一人暮らしの方）2名に生活記録表の記入に協力いただき、電気の利用状況から得られるライフログ情報と対比することにより、検証を進める。

2 研究の内容

2.1 総負荷電流の測定器による電流の計測

図1は、仮設住宅に居住されている実験協力者宅（7軒）の分電盤に測定器を取り付けた状況を示す。測定器には、おげんき発信機能として緑のボタンを追加接続しており、一日に一回ボタンを押して「げんきです」という発信をしてもらうことになっている。

図2は、データの表示に利用したビューワでの表示例である。ビューワでは積分法と累積度数分布法の2つの方式での判定結果がグラフで表示される。上側が積分法、下側が累積度数分布で、前者は家庭全体での電力消費を15～30分間の平均総負荷電流として、後者では電力消費の変化すなわち主体的に家電を使ったかどうかを総負荷電流の変化の大きさと頻度を計算して示している。青のグラフは正常、赤のグラフは、

電力の使用が低い、家電機器の操作が無いなどの異常状態を示す。釜石市鶴住居のサポートセンターでは、この画面により利用者宅の毎日の見守りを行っている。



図1：実験協力者宅の分電盤総に負荷電流の測定器（電力中央研究所）を設置している状況（釜石市鶴住居町仮設住宅、2012/7/17）



図2：ビューワで積分法（上側）と累積度数分布法（下側）の2つの方式での判定結果がグラフで表示されたみまもり画面の例

2.2 利用者宅の毎日の見守り

当初の機器の設置は、いずれも一人暮らしをされている7軒であったが、現時点で実際に利用されているのは5軒である。毎日の見守りは、釜石市鶴住居サポートセンター設置のパソコンで行われており、一日一回の「おげんき」発信の確認と電力使用状況の確認が行われている。

2.2.1 見守り事例

見守り事例として、見守りシステム運用中に亡くなられた方（Sさん）に関してのデータを見ながら考察を行う。亡くなられたのは、9月23日から24日早朝にかけてである。

図3、図4より9月24日の三日前の9月21日以降、上側のグラフ（積分法）が不在判定（赤く表示）をすることが多くなっている。しかし主体的な使用はあったとして、下側のグラフ（累積度数分布）では在宅判定を行なっている。この要因は、季節の変わり目で全体の電力使用量が落ちる時期に閾値の変更が追いつかず、不在の誤判定をするようになってしまったと考えられる。（ただ、サポートセンターでは、どちらかのグラフにより居住者の生活活動が確認できるので異常とは判断していない）

9月21日以降の天候を調べてみると、今年はとりわけ残暑が厳しい年で9月でも最高気温が30度を超える日が多かったが、9月21日から一日の平均気温が5℃前後下がるなど気候の変化が見られる。そのためエアコンなどの家電の利用状況に変化があったと考えられる。このような気候が体調に少なからず変化を与えている可能性も考えられる。

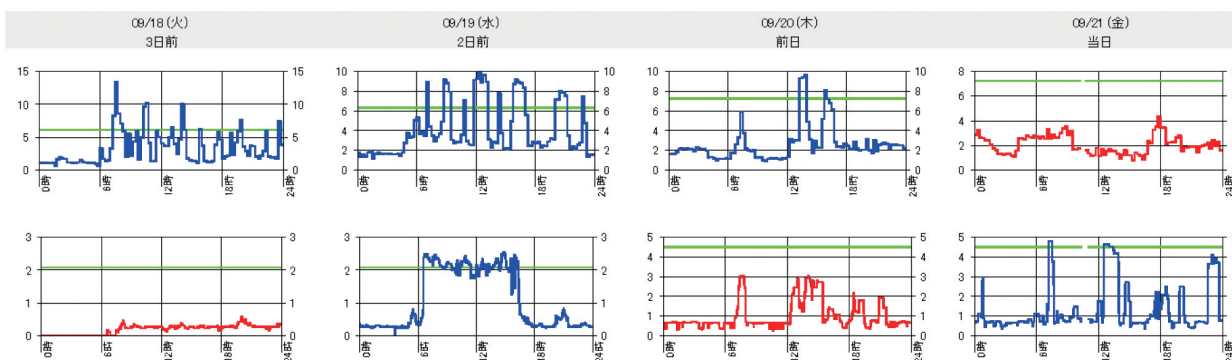
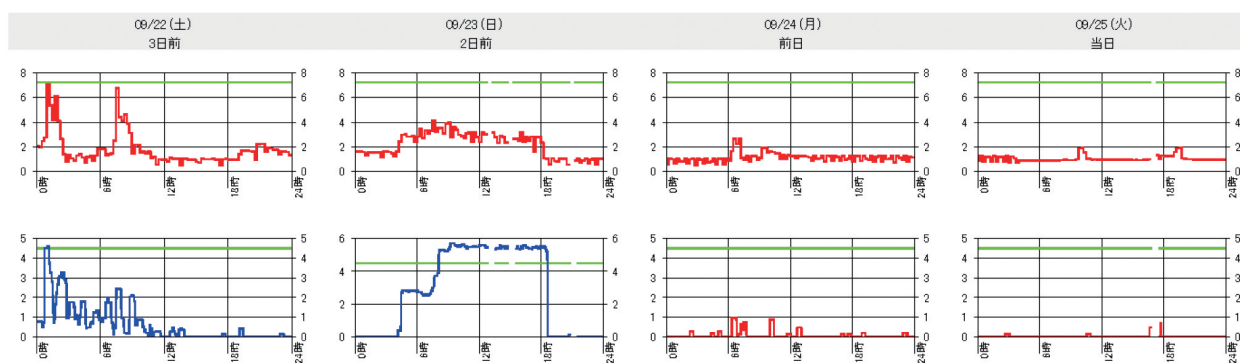


図3：9月18日から9月21日までの見守りシステムのグラフ



9月24日以降は、両側のグラフが生活活動を示しておらず異常状態（もしくは不在）の発生を讀取ることができる。

家庭の分電盤一箇所に総負荷電流の測定器を設置するだけで、その家庭全体での電力消費および累積度数分布から居住者による電気機器（テレビ、エアコン、電気ストーブ、電子レンジ、炊飯器、洗濯機、掃除機など）の総体的な操作や利用の有無を推定し生活行動を見ることができないかといった目的で実証実験を実施した。

し、見守り側の予防的なアクションに繋げていくことを可能とする。例えば、以下のような生活パターンの早期検知を検討する。

- ・起床時間、食事時間、就寝時間などのみだれ
- ・生活行動の不活発化
- ・外出行動の把握 など

これにより、見守り側の予防的なアクションや、今まで見逃されてきた孤独死などの最悪の事態を回避できると期待される。

2.3.1 生活記錄表

鵜住居町の実験協力者A、B2名の方に1日単位的生活記録をつけていただいた。期間は、2月1日～3月14日の約6週間である。電気の利用状況との対応を見ることにより、生活行動と電気利用の関連を分析していく。生活記録表では、起床、食事、入浴、外出（いつからいつまで）、就寝、といったくらしについての記録と、テレビ、炊飯器、電気ポット、電子レンジ

生活記録表（月日）																											
時間	午前												午後												書き方		
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11		12	
くらし	起床	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	○
	食事(準備含む)	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	家で食事をした時間(すべて)に線(ー)
	入浴	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	入浴時間に線(ー)
	外出	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	外出時間に線(ー)
	就寝	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	○
	テレビ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	テレビをつけていた時間に線(ー)
電気	炊飯器	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ご飯を炊きはじめた時間に●、保温も含めて使用した時間に線(ー)
	電気ポット	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	ご飯を炊きはじめた時間に●、保温も含めて使用した時間に線(ー)
	電子レンジ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	使用した時間に線(ー)
	洗濯機	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	使用した時間に線(ー)
	掃除機	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	使用した時間に線(ー)
	エアコン	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	使用した時間に線(ー)
	電気スチーブ	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	使用した時間に線(ー)

図5：生活記録表

洗濯機、掃除機、エアコン、電気ストーブ、といった家電機器利用の記録を取ってもらった。図5にそのフォーマットを示す。

2.4 総負荷電流の分析

家庭全体での総電流量と家電操作量を求めプロットすることを考える。総電流量としては、総負荷電流の測定器から得られる1分毎のサンプリング値を使用した。家電操作量としては、総電流量の変化量として、1分前との総電流量の変化を計算し使用した。計算処理は、統計解析向けプログラミング言語Rを使用して行った。図6に、Rによる総電流量と家電操作量を求めプロットを行う部分のコードを示す。

```
tbl <- read.csv("U005-2-25.csv")
library(zoo)
ts <- zoo(tbl[,3],tbl[,2])
dif<-diff(ts)
plot(ts[2:1440],dif[1:1439])
savePlot(filename="ts-dif.pdf",type="pdf")
```

図6：総電流量と家電操作量をもとめプロットするRコード

家庭全体での総電流量（横軸：総電流量を1分毎にサンプリングした値）と家電操作量（縦軸：総電流量の変化値）のプロット例を図7に示す。

総電流量と家電操作量の両方が大きい領域

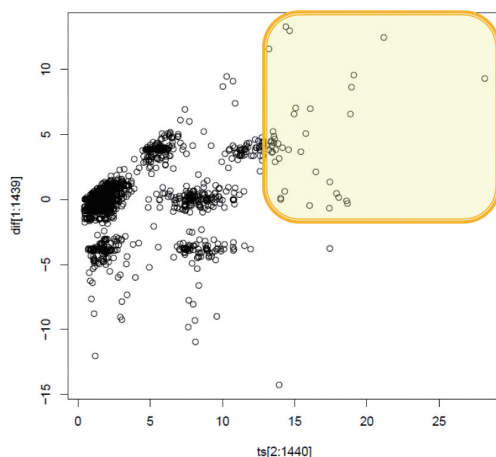


図7：総電流量（横軸）と家電操作量（縦軸）のプロット例

（黄色の枠内）を抽出すれば、家電の使用が活発でかつ家電操作も頻繁である領域が特定できると考えられる。この領域は、何らかの生活行動に関連させられるのではないかと考えた。

こういった予測の基、実際の実験協力者宅のデータを生活記録表と比較しながら分析を行う。例えば、Aさんの9月のサンプルデータにこの処理をしてプロットしたのが図8、図9になる。それぞれ、左側にビューワによる積分法と累積度数分布法での表示、右側に総電流量と家電操作量の両方が大きい領域を時間軸上にプロットした図を示す。2つの方式での傾向を比較すると、右側の図が、左側の傾向を良く抽出して表示していることが分かる。

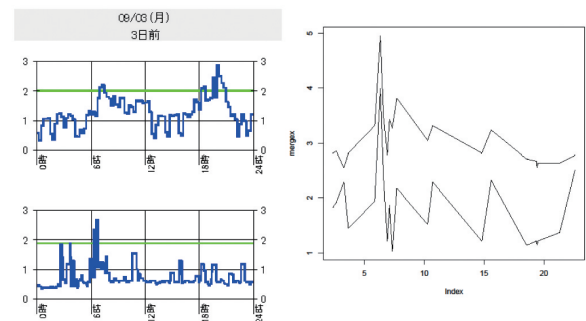


図8:総電流量と家電操作量の両方が大きい領域を抽出し時間軸上にプロットした

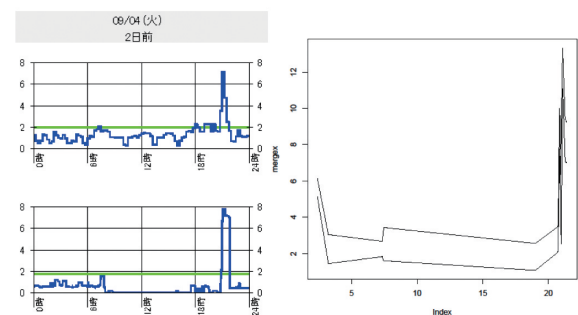


図9:総電流量と家電操作量の両方が大きい領域を抽出し時間軸上にプロットした例

3 これまで得られた研究の成果

ここでは、被験者2名の実データを生活記録と対比しながら、生活行動と電気利用の関連を分析していく。総負荷電流の測定器から得られるデータによって、生活パターンの推定がどの

程度可能かどうかを見ていく。

(1) Aさんの2月9日のデータ (図10)

- ・朝6時起床
- ・5時ころから電気ストーブ
- ・6時からテレビ
- ・7時から電子レンジ
- ・7 - 8時朝食
- ・11 - 12時昼食
- ・12時～16時まで外出
- ・帰宅後、テレビ、電気ストーブ、電子レンジ
- ・17 - 18時夕食
- ・22時就寝

(2) Aさんの2月19日のデータ (図11)

- ・朝6時起床
- ・6時から電子レンジ
- ・7時からテレビ
- ・8 - 13、17-21時電気ストーブ
- ・7 - 8時朝食
- ・13 - 14時昼食
- ・17 - 18時夕食
- ・終日在宅
- ・22時就寝

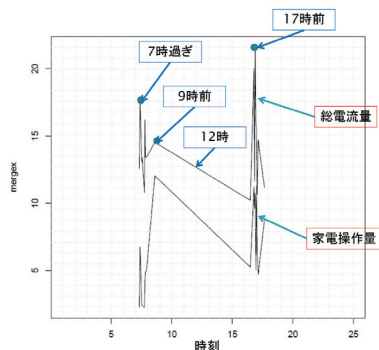


図10 Aさんの2月9日のプロット図

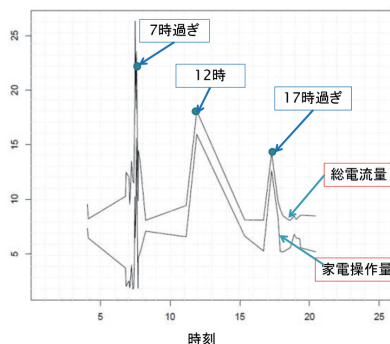


図11 Aさんの2月19日のプロット図

Aさんは、日頃から規則正しい生活をしている。午後に外出することが多いが、時間は日によって変化する。入浴は外出時に済ませる。2月9日は12時～4時外出したが、2月19日は数少ない外出していない日に当たる。ほぼ、朝食、夕食の時間は同じであるが、2月9日には外出のため、昼食が12時前になっている。この日は、9時から16時までほとんど目立った家電の利用が無いことが分かる。一方、2月19日は一日中在宅であり、11、12時に家電の利用が見られる。この日は、電気ストーブを長時間渡って利用していた。両日とも20時以降は目立った家電の利用が見られない。22時の就寝時間は電力の利用状況からは特定することができない。

Aさんの場合は、規則正しい生活をしているということで、日頃のプロットパターンがほぼ分かってくると、具体的な家電の利用は特定できなくても、生活パターンの推定が出来ると思われる。その結果以下のような当初の目的である事象についてはある程度把握が可能ではないかと思われる。

- ・起床時間、食事時間、就寝時間などのみだれ
- ・生活行動の不活性化
- ・外出行動の把握 など

(3) Bさんの2月14日のデータ (図12)

- ・朝7時過ぎ起床
- ・7時過ぎから電子レンジ、テレビ、エアコン
- ・9時過ぎ朝食
- ・16時前電子レンジ、遅い昼食
- ・18時頃テレビ
- ・終日在宅
- ・20時入浴
- ・1時就寝

(4) Bさんの2月16日のデータ (図13)

- ・朝7時過ぎ起床
- ・7時過ぎから電気ストーブ
- ・9時過ぎ朝食
- ・15時遅い昼食
- ・終日在宅
- ・20時入浴
- ・23時就寝

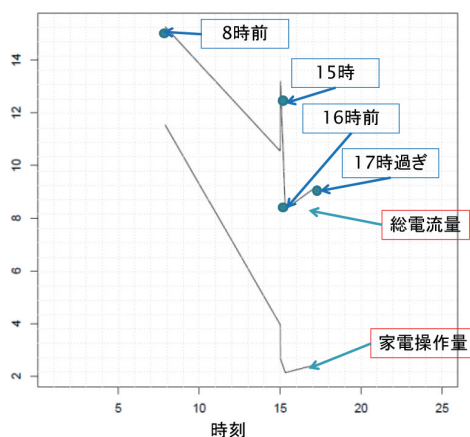


図12 Bさんの2月14日のプロット図

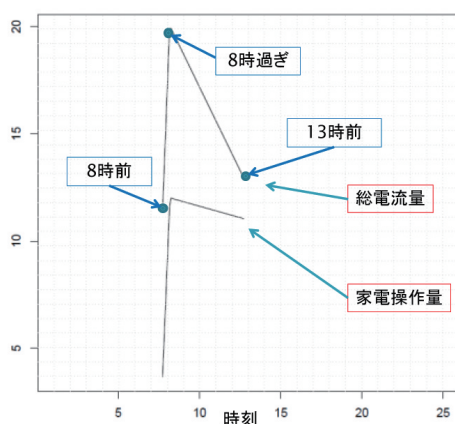


図13 Bさんの2月16日のプロット図

Bさんは、生活記録からは、余り電気器具を使わない傾向が見られる。起床時の家電利用の動作は把握することが出来るが、朝食、昼食、夕食（夕食は生活記録には無し）の時間を把握することは難しい。入浴や就寝の時間も把握が困難である。

Bさんの場合は、元々家電をあまり利用しない生活ということで、家電の利用状況だけから生活パターンを把握するのは難しいようである。ただし、この場合でも、総負荷電流による見守りやおげんき発信機能による見守りは有効に利用することができる。

4 今後の具体的な展開

家庭の総負荷電流を用いた生活行動の把握を実験により試みた。総負荷電流を用いた一人暮らしの方の見守りは、釜石市鶴住居の仮説住宅で有効に利用されている。さらに、個人毎の生

活パターンの特徴が電気の使用状況に現れるでは無いかという仮説の基、実験を行った。結果としては、個人を連続的に（季節変化なども考慮して）追って見ていけば、生活行動の概要を見ることが出来、異変を早めに把握することにより、予防的な対応が出来るのではないかとこの可能性が見えてきた。例えば、起床時間、食事時間、就寝時間などのみだれ、生活行動の不活発化、外出行動の把握などである。しかし、システムとしての精度や完成度を上げるには、データ取得手法やデータ分析手法に関するさらなる検討が必要である。

5 論文・学会発表等の実績

澤本 潤、講演「生活行動センサーによるみまもり」、岩手県立大学公開講座一沿岸地区講座第3回「震災復興支援、ICTを活用した医療・福祉連携」2013/3/28.

6 参考文献

- [1] 中野幸夫、2006、「電気の使用方から独居高齢者を見守るシステム（その2）-総負荷電流の変化の累積度分布を用いる方法-」『電中研研究報告』R05013.