

科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 5 年 6 月 26 日現在

機関番号：33902

研究種目：基盤研究(C) (一般)

研究期間：2020～2022

課題番号：20K11061

研究課題名(和文)非侵入型電力機器モニタリングによる生活反応推定に対する社会受容性研究

研究課題名(英文)Research on social acceptance for estimating the vital reaction of homes' by Non-Intrusive Appliance Load Monitoring(NIALM)

研究代表者

石橋 健一 (Ishibashi, Kenichi)

愛知学院大学・総合政策学部・教授

研究者番号：00333039

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,300,000円

研究成果の概要(和文)：本研究は社会実験を行い、非侵入型電力機器モニタリングを用いた生活リズム推定方法の社会受容性について検証を行った。
予備調査の結果、1日を通じた生活リズムが利用可能性が高いことが分かったことから、非侵入型電力機器モニタリングの推定結果を用いた生活リズム推定のアルゴリズムを構築した。
愛知県長久手市および東京都杉並区においてシステムの運用実験を行い、生活リズム情報の取り扱いや対応について、自治体および専門家と検討を行った。実験の結果、生活リズムの推定方法、生活リズムデータの利用者、利用方法を説明することによって、被験者の理解を得ることができた。

研究成果の学術的意義や社会的意義

生活リズムに関する情報は健康維持・増進やエネルギー利用の適正化に利用可能であることが示され、活動時間や外出時間などの活動を統計モデルにより定式化し、生活リズムの推定を行う方法が各種提案されている。本研究は、個人の在宅時の電気切用に着目し、電力データに基づく世帯の生活リズムを推定することを可能としたことにより、新たな生活リズム推定の方法を構築したといえる。
本研究において実験協力をいただいた自治体、民間事業者(居宅介護事業者、高齢者向けサービス提供会社)との意見交換において、生活リズム推定を活用可能な場面が数多くあることが分かった。

研究成果の概要(英文)：This study conducted a social experiment to determine whether the life rhythm estimation method, using NIALM(Non-Intrusive Appliance Load Monitoring), is socially acceptable.

Our preliminary study results showed a high potential for using life rhythm data throughout the day. Therefore, we constructed an algorithm for estimating life rhythm using the output of NIALM. We conducted operational experiments on the system in Nagakute City, Aichi Prefecture, and Suginami Ward, Tokyo. After the experiment, we discussed handling the life rhythm information with the local government and experts. The experiment results showed that understanding was obtained by explaining to the subjects how to estimate their life rhythm, who uses their life rhythm data, and how to use the data.

研究分野：社会工学

キーワード：NIALM 生活リズム推定 高齢者 見守り

1. 研究開始当初の背景

日本は人口減少社会となり、多くの社会問題が発生している。人口減少に伴う高齢化の進展により高齢者世帯が増加し、一方で、核家族化と人口の都市集中などにより、高齢者世帯の中でも、独居世帯が増加している(鈴木ら[2])。さらに、東京 23 区内における一人暮らしで 65 歳以上の人の自宅での死亡者数は、平成 27(2015)年に 3,127 人、平成 17(2005)年の同死亡者数(1,860 人)の約 1.7 倍(内閣府[3])になるなど、孤独死の発生が急増している。孤独死発生への対処は、とりわけ地方自治体における高齢者ケアの問題と関連して、重要な課題になっている。

電力業界では、電力をデジタルで計測し内部に通信機能を持つ電力量計であるスマートメーターが全国的に普及してきている。このスマートメーターでは、従来のアナログ式の電力量計で計測していた電力課金用のデータのほかに、ホームエネルギー管理用の計測データを内部の通信機能を用いて提供する機能を有しており、国内いずれの電力会社もスマートメーターへの取替えを含めて当該電力データを無償で提供している。なお、前者の電力課金用データの発信経路を A ルート、後者のホームエネルギー管理用データの発信経路を B ルートと呼んでいる。スマートメーターからの B ルートデータは、様々なエネルギー管理に応用するための精度および粒度とも十分なもので、これを受信するゲートウェイ装置については複数商品化されており、入手可能な状況になっている。

現在、電力データを用いた「見守りシステム」として、さまざまな技術に基づいた商用サービスがある。例えば、分電盤に電力センサーを設置し電力計測を行い、電力機器の波形を用いて利用電気機器の特定と利用時間の推定を行い、節電・省エネを促すサービスが行われている。また、スマートメーター(A ルート)から得られた 30 分ごとの電力瞬時値を用いて 30 分ごとの電力使用量を予測し、実際の電力使用量との差により異常検知を行うサービスもある。前者は、電力機器の波形パターンから利用機器特定を行うが、生活態様に合わせた個別チューニングが必要になることに加え、センサー設置費用、市販されたすべての電気機器の波形パターンを収めた DB 整備に多額な費用が発生することから、安価なサービスとして普及するには、相当の時間が必要と考えられる。後者は、30 分ごとの電力使用量の変化のみから異常検知を行うこととなり、電子レンジや電気湯沸かし器などの短時間しか使用されない電気機器の検出が原理的に不可能となることから、検出精度が極めて粗くならざるを得ないと考えられる。

2. 研究の目的

斎藤ら[1]は電力の波形分析とは異なり、B ルートから得られる 1 分毎の電力データを用いて NIALM(Non-Intrusive Appliance Load Monitoring: 非侵入型電力機器モニタリング)を実現できる手法開発に成功した。

本研究に利用する生活反応検知の技術的な特徴は、スマートメーター(B ルート)から得られる 1 分ごとの電力瞬時値を用いて個別電気機器のスイッチオン・オフを推定すること、統計的手法を用いた自動オン・オフ機器のフィルタリング機構、および 1 時間積算電力量の変動を補正情報として用いることによる生活反応の精密推定ができることにある(斎藤ら[1])。さらに、本システムではスマートメーター(B ルート)からの電波を受信する小型の受信装置(32(W)×65(D)×100(H)mm)を設置することで、容易にスマートメーター(B ルート)からの電力情報を受信することを可能としている。

斎藤ら[1]の開発した技術は、スマートメーターから得られる 1 分毎の電力使用データを用いて、高齢者の見守りとして、安価で精度の高い見守りを可能とした。一方で、斎藤ら[1]の技術は、使用家庭の生活状況をリアルタイムにモニタリングをも可能としていることから、見守られる側のプライバシーの保護、見守り情報の管理といった情報保護の問題と関係をしている。また、万が一、生活反応がない状態が発生した場合、誰がどのように対応するのか、といった緊急事態体制整備と深く関係をしている。そこで、本研究では NIALM を用いた生活反応判定の社会受容性について、社会実験を通じて明らかにする。

3. 研究の方法

本研究では、社会実験により NIALM を用いた生活反応判定の社会受容性を明らかにする。

本研究で開発するシステムは、高齢者の見守りに資することを目的としていることから、高齢者の見守りに関係した方々を社会実験の対象とする。社会実験実施にあたり、実験に協力をいただく高齢者の方々へ実験趣旨、生活反応判定方法、推定された生活反応判定データの取り扱いについて説明を行い、ご了解をいただいた方々のご自宅にシステムの設置を行った(図 1)。実験協力者宅のデータは、インターネットを通じて解析用サーバーへ送信・解析され生活反応が推定される。推定された生活反応データは、インターネットを通じて介護事業者へ送信され、実験協力者の介護情報として、介護事業者において活用される。

社会実験期間中は、実験協力者の方々の生活の様子を介護事業者の方々にモニタリングを行っていただき、日々の介護に利用可能な情報が得られるかどうか確認をいただいた。また、社会実験終了後は、実験にご協力いただいた方に実験期間中の生活の様子について聞き取りを行い、

推定された生活反応判定結果と突合を行い精度の確認を行った。さらに、実験協力者に関するかた々に生活反応判定データを提示し、本システムに対する評価をいただいた。

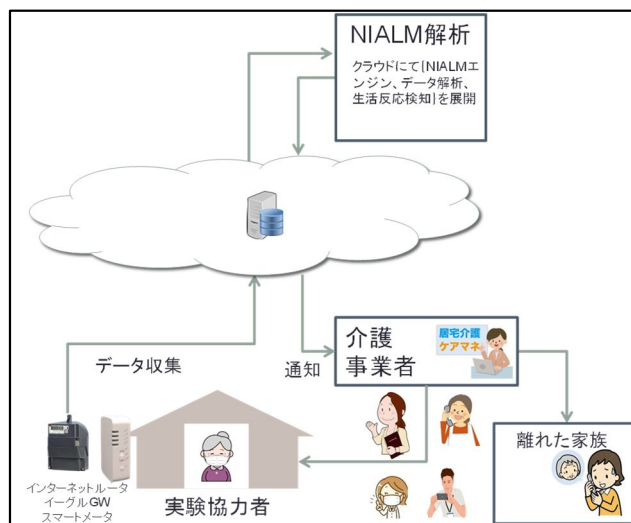


図 1：社会実験実施概念図

4．研究成果

研究期間（2020～2022年度）中に、2回の社会実験を行った。

（1）2020年度実験

愛知県長久手市に立地する小規模介護事業者および、同事業者の利用者（4名）を対象として2021年3月に1週間の実験を行った。利用者宅には、インターネット回線が敷設されていないことからモバイルルーターを設置し、スマートゲートウェイ（スマートメーターからのデータを受信する装置）と接続して電力データの取得を行った。

実験は、NIALM技術による居宅における生活反応推定を、高齢者介護への応用と利用可能性を検証することを目的とし、実際に推定された介護対象者の生活リズムデータを、介護事業者が日々の業務へ利用することで行われた。実験の結果、介護対象者の生活パターンを把握することが可能となり、介護の質を上げることが可能であることが分かるとともに、余分な訪問や電話連絡の削減、介護対象者宅への訪問タイミングや電話連絡のタイミングの適正化に資することが可能となり、効率的な介護実現に寄与することが分かった（表1）。ただし、地域における「より質の高い介護」を実現するためには、介護保険事業、地域包括ケアシステムなどと連携した運用を行うことが必要であることが明らかになった。

表 1：生活反応推定により分かったこと

入浴時間 TVがついていること 夕方にお薬の服薬を行っていること 生活のルーティンがあること 生活パターンが不規則であること 起床時間
--

（2）2021～22年度実験

電気の利用量データを用いた使用機器推定結果を用いて、生活支援の仕組みを構築することをねらいとし、2022年度は、新たに大都市（東京都杉並区）において2週間の実験を行った（2022年5月9日～22日、実験協力者は3名）。具体的には、1）電気の利用量から生活の状況を推定するシステムを利用して居宅者の生活状況を推定すること、2）居宅者の生活状況の推定結果が居宅者の健康状態を知る手掛かりとなること、の2点について検証を行った。1）について、一日の5つのイベント（起床、朝食、昼食、夕食、就寝）の推定はある程度可能であることが確認できた（表2）。2）について、健康であるすべての実験協力者の方々の5つのイベント（起床、朝食、昼食、夕食、就寝）が発生した時間の変動幅は小さいことが分かった。このため、イベント発生時間の変動幅は、健康状態を知る指標となりうるということが分かった（図2-1、図2-2、注1）。

表 2：生活イベント推定結果

	全体	食事時間	起床時間	就寝時間
Aさま	52.9%	42.9%	78.6%	57.1%
Bさま	76.4%	78.6%	67.9%	78.6%
Cさま	80.7%	86.9%	71.4%	71.4%

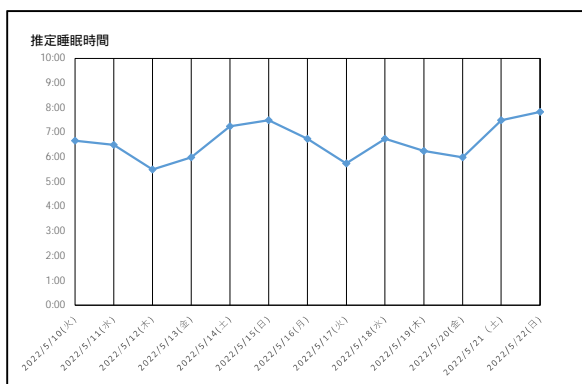


図 2 - 1：推定睡眠時間 (Aさま)

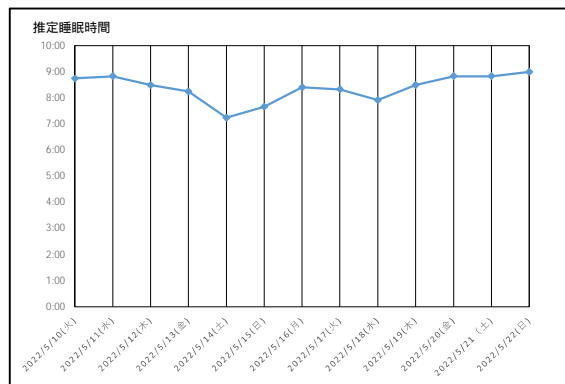


図 2 - 2：推定睡眠時間 (Cさま)

(3) 社会実験結果の総括

研究期間を通じて、介護事業所の協力を得て自宅介護を受けている高齢者の方、健康な高齢者の方を対象とした実験を行った。前者は、介護対象者の生活パターンを把握することが可能となり介護業務の効率化に資することが明らかになった。後者の実験でも、生活パターンを把握することが可能であり、加えて、一日の5つのイベント(起床、朝食、昼食、夕食、就寝)の発生時間の変動幅が健康状態を知る指標となりうる知見を得た。その一方で、実験協力者の方々へ、電気使用量から生活パターンの推定を行う仕組みの説明(特にアルゴリズムの説明)は容易ではなかった。今後は、より分かりやすい説明方法が必要であることが分かった。また、使用する電力データ(以下、Bルートデータ)を利用するための手続きが煩雑であることや、突然、Bルートデータが取得できなくなるなどBルートデータ取得に起因する課題もあることが明らかになった。

参考文献

- [1] 斎藤参郎・今西衛・山城興介・岩見昌邦, 「個別電気機器稼働状態推定装置、およびその方法」, 特許第 5870189 号, 2014.
- [2] 鈴木透・小山泰代・大泉嶺・菅桂太・小池朗・鎌田健司, 「日本の世帯数の将来推計(全国推計):2015(平成 27)年~2040(平成 52)年:2018(平成 30)年推計」, 人口問題研究 74(1), 76-86, 2018.
- [3] 内閣府, 「平成 30 年版高齢社会白書」, 日経印刷, 2018.

注 1: 1 名の実験協力者宅データに欠損値があるため、2 名の実験協力者データを示す。

5. 主な発表論文等

〔雑誌論文〕 計1件（うち査読付論文 0件 / うち国際共著 0件 / うちオープンアクセス 0件）

1. 著者名 石橋健一	4. 巻 12
2. 論文標題 非侵入型電力機器モニタリングを用いた生活反応推定の社会実装について	5. 発行年 2021年
3. 雑誌名 政策科学	6. 最初と最後の頁 43-44
掲載論文のDOI（デジタルオブジェクト識別子） なし	査読の有無 無
オープンアクセス オープンアクセスではない、又はオープンアクセスが困難	国際共著 -

〔学会発表〕 計3件（うち招待講演 3件 / うち国際学会 0件）

1. 発表者名 石橋健一
2. 発表標題 非侵入型電力機器モニタリングを用いた生活反応推定の社会実装について
3. 学会等名 愛知学院大学・総合政策学部・政策科学研究所（招待講演）
4. 発表年 2021年

1. 発表者名 石橋健一
2. 発表標題 非侵入型電力機器モニタリングを用いた生活反応推定の社会実装に向けて
3. 学会等名 蔵前工業会東海支部総会・講演会（招待講演）
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 石橋健一
2. 発表標題 非侵入型電力機器モニタリングを用いた生活反応推定の社会実装について
3. 学会等名 都市環境ゼミナール・2月例会（招待講演）
4. 発表年 2021年

〔図書〕 計0件

〔出願〕 計1件

産業財産権の名称 生活反応検知システム、生活反応検知装置および生活反応検知方法	発明者 石橋健一・榎本龍夫・遠藤時夫	権利者 同左
産業財産権の種類、番号 特許、特願2022-001063	出願年 2021年	国内・外国の別 国内

〔取得〕 計0件

〔その他〕

-

6. 研究組織

	氏名 (ローマ字氏名) (研究者番号)	所属研究機関・部局・職 (機関番号)	備考
研究 分 担 者	斎藤 参郎 (Saito Saburo) (50111654)	福岡大学・公私立大学の部局等・研究特任教授 (37111)	

7. 科研費を使用して開催した国際研究集会

〔国際研究集会〕 計0件

8. 本研究に関連して実施した国際共同研究の実施状況

共同研究相手国	相手方研究機関
---------	---------