

IoT を利用した行動変容による生活改善システム(HEMS 時計)の研究

宇田悠佑^{†1} 市川雅也^{†1} 近藤将一^{†1}
渡部智樹^{†2} 杉村博^{†1} 一色正男^{†1}

概要: 現在,日本人の平均睡眠時間は短く,睡眠不足や集中力が低下していると同時に眠っても倦怠感が解消されないという問題がある.また,身近な学生 29 人に睡眠時間が短い理由を調査した結果,6 割を締める割合でゲーム,SNS や YouTube などが原因になっていることがわかった.そこで我々は適切な就寝時刻に就寝できない問題を解決するために,IoT や HEMS デバイスを利用し,生活環境を変化させリビングから寝室に誘導を行う「寝室誘導」・寝室から寝台に誘導を行う「寝台誘導」・横たわる状態から睡眠状態に誘導を行う「就寝誘導」の 3 つ誘導遷移(行動変容)を行う生活改善の方法を検討している.本発表では,生活改善を促進するため,予め設定された適切な就寝時刻に寝かせる事を目的とし,生活環境において IoT 機器や HEMS 機器を時間軸によって各種制御を行うシステムについて述べる.

キーワード: 就寝, HEMS, IoT, ECHONET Lite, 行動変容, 環境

Research on Life Improvement System (HEMS clock) by Behavior Change Using IoT

YUSUKE UDA^{†1} MASAYA ICHIKAWA^{†1} SYOICHI KONDOU^{†1}
TOMOKI WATANABE^{†2} HIROSHI SUGIMURA^{†1} MASAO ISSHIKI^{†1}

Abstract: At present, the average sleep time of Japanese people is short, and there is a problem that sleep deprivation and concentration are reduced, and at the same time, fatigue is not resolved even if sleep is performed. In addition, as a result of investigating the reason why sleep time is short in 29 familiar students, it was found that games, SNS, YouTube, etc. are the cause at a rate of closing 60%. Therefore, in order to solve the problem of not being able to go to bed at an appropriate bedtime, we use IoT and HEMS devices to change the living environment and guide from the living room to the bedroom "Bedroom guidance" Guide from the bedroom to the bed " We are investigating a method of improving life by performing three-induction transitions (behavior change) of "sleeping induction" and "sleeping induction" that induces the person from lying down to sleep. In this presentation, in order to promote the improvement of life, we constructed a system that controls various IoT devices and HEMS devices in the living environment according to the time axis, with the aim of putting them to sleep at a preset appropriate bedtime.

Keywords: Sleep, HEMS, IoT, ECHONET Lite, Behavior change, Environment.

1. はじめに

生活リズムが乱れることで,集中力の低下や食欲の低下などの身体的症状が起きることがわかっている.また,生活リズムを崩しやすい人は,肥満やメタボリック,糖尿病である可能性が高いと考えられている[1].生活リズムを保つには,食事・睡眠・運動の 3 要素から成り立ち,その中でも睡眠は重要な部分である.しかし,疫学研究により,睡眠障害が非常に頻度の高い疾患であることが明らかにされている.また,睡眠障害の診断にあたって,睡眠は時間や質だけでなく,普段の生活行動との関係性も示唆されている.不眠は,耐糖能障害や免疫機能低下など,系統的に身体機能に影響を及ぼし,精神生理機能への影響も大きい.不眠によって集中

力・記憶・日常の仕事をやり遂げる能力・他人との関わりを楽しむ能力が低下し,QoL (Quality of Life) 水準は悪化する.さらに,不眠はうつ病発症リスクの有意な要因としても重要視されている[2].

現状,日本人の睡眠時間は世界各国と比べ短くなっており,原因として「長時間労働」「長時間通勤」「長時間のスマホ利用」が挙げられる[3].実際に身近な学生 29 人を対象に睡眠時間が短い理由を調査した結果,6 割の学生がゲーム,SNS や YouTube などが原因であることがわかった.睡眠障害に対しては,十分な治療を行うことにより症状が改善し,社会生活への悪影響も抑制される.国民の QoL を向上し健康な社会生活を送るために,睡眠障害の早期発見・早期治療と睡眠健康に関する啓発活動が今後必要である.

^{†1} 神奈川工科大学

Kanagawa Institute of Technology, Kanagawa 243-0292

^{†2} 日本電信電話株式会社 NTT サービスエボリューション研究所

NTT Service Evolution Laboratories, NTT Corporation, Kanagawa 239-0847

睡眠改善するためには、寝室環境を適切にするアプローチと、生活者の意識や行動を変容させるアプローチがあるが、本研究では後者に着目し、最適な就寝のため、IoT 機器を利用した行動変容を促すシステムを開発する。本稿では予め設定された適切な就寝時刻に寝かせる事を目的とし、生活環境において IoT 機器を時間経過に伴って各種制御を行うシステムの開発を行った。また実住宅に導入する方法についても検討する。

2. 関連研究

生活者が快適な睡眠を得るために必要な要素を図 1 に示す。生活者が快適な睡眠を得るためには寝室環境と生体に関する要素が重要である。明るさについては 0.3~1.0 ルクス、音については 30~40dB 程度で不規則なリズムが良いとされている。温度は平均して 29℃の室温で眠るのが最も睡眠が安定し、夏季で 28℃以下、冬季で 10℃以上が良いとされている。また布団の中の快適な温度は、33±1℃とされている[4]。近年では快適な睡眠環境を構築する研究としては、センサー搭載マットレスを使用し、睡眠状態のデータ計測と見える化を行い、エアコンや照明と連携して環境制御を行う「快眠環境サポートサービス」がある[5]。しかし、快適な睡眠環境を構築しただけでは、長時間のスマホ利用によって生活者が計画している睡眠時刻に就寝行動をしない現象があり実際の効果が出にくいと考えられる。本稿では、ゲームをしている場所(リビング)から半強制的に寝室へと移動させる手法を検討する。

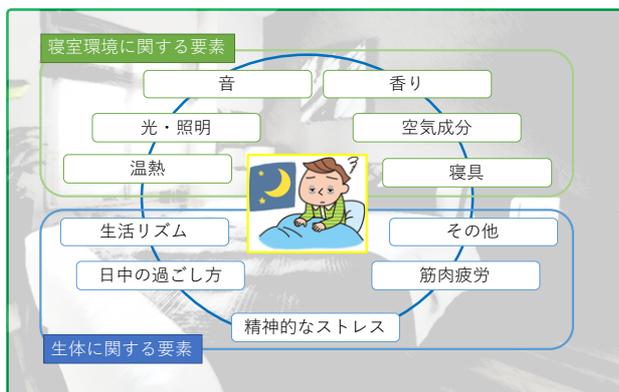


図 1 快適な睡眠を得るために必要な要素

3. 生活改善システム

3.1 概要

睡眠など生活を改善するためには、生活者の現在の行動を変容させ、適切に行動させる必要がある。一般的な行動変容のステージモデルは「無関心期」→「関心期」→「準備期」→「実行期」→「維持期」の5つのステージに分けられる[6][7]。各ステージの「無関心期」は今のところ改善しようと思っていない、「関心期」は近いうちに改善しようと思っている、「準備期」は今すぐ改善しようと思っている、「行動期」は改善行動を実行している(6ヶ月以内)、「維持期」は行動を習慣的に続けている(6ヶ月以上)と言う状態である。そのなかでも関心期・準備期に着目し、外部からサポートシステムに取り組むこととした。本研究における生活改善のコンセプトを図 2 に示す。生活者をリビングから寝室に行動変容させる為に、リビングから寝室に誘導を行う「寝室誘導」、寝室から寝台に誘導を行う「寝台誘導」、横たわる状態から睡眠状態に誘導を行う「就寝誘導」の3段階で捉え、寝室誘導を実現するシステムを開発する。関心期・準備期においては、行動変容のための意識が必要となるが、そのような意識付けをシステムから提供することにより実現する。

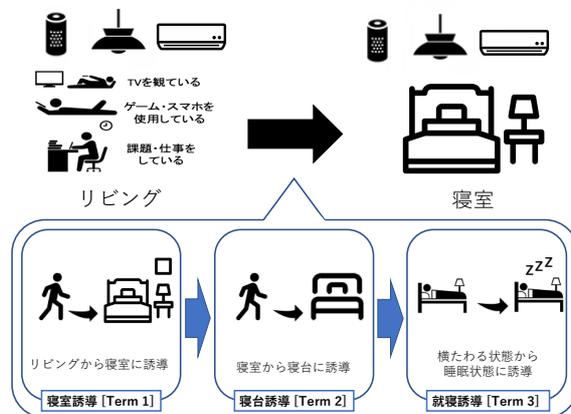


図 2 生活改善システムのコンセプト

3.2 システム構成

システムの実現にあたっては「Node-RED」[8]を活用する。システムの概要を図 3 に示す。また、今回作成した Node-red 画面を図 4 に示す。本システムでは就寝時刻(T)をシナリオセンターに設定することで、複数あるシナリオの中から一つを選択しタイムスケジュールに沿って機器を ECHONET Lite(以下 EL)[9]により制御を行う。シナリオの選択は、個人によって気づきやすさや不快度が異なる可能

性があり,また部屋で使用している機器も多数である.今回は具体的なプロトタイプシナリオ(詳細な動作は4章で述べる)を1つ定め,それに従って制御を行うシステムを実現する.このプロトタイプシナリオでは,タイムスケジュールを10分間隔で設定し10分後に各IoT機器の制御を行なった.シーリングライト・エアコンは規格を使用し制御を行いアンビエント照明は json を使用し制御を行なった.

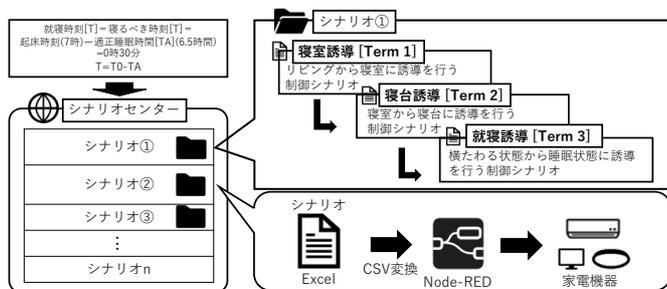


図3 システムの概要

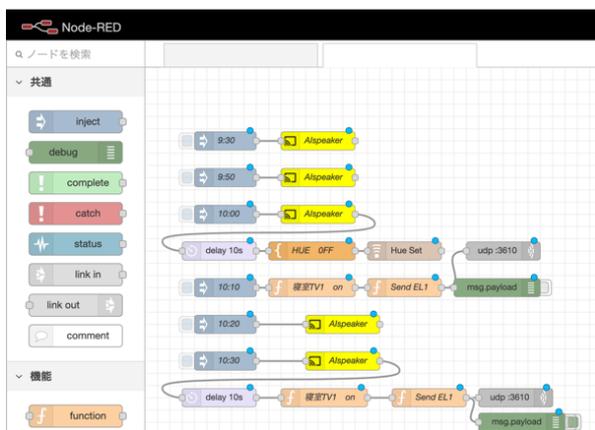


図4 実際の node-red 画面

3.3 実住宅導入の課題と対応

実際の住宅への導入にあたり,2つの課題があると考えられる.その課題と対応について下記に示す.

- (1) 本システムでは ECHONET Lite 規格に統一した構成を目指しているが,実住宅において IoT 化していない製品や ECHONET Lite 規格が搭載されていない機器も存在する.また人感センサーや開閉センサーなども ECHONET Lite 規格でないものが多い.

(対応策)

大和電気株式会社が発売している ECHONET Lite アダプター[9]など,家電を ECHONET Lite 規格で ON/OFF ができる EL 対応 HA リレーボックスにより対応する.また,人感センサーや開閉センサーについても ECHONET Lite アダプターを介して実現する.

- (2) 各家庭において部屋の間取りが異なるためリビングから寝室だけではなく,

(対応策)

今後各家庭の間取りに応じた対応を検討することにするが,今回は一人暮らしの大学生で部屋の間取りは 1K を想定した.

4. 実験環境とプロトタイプシナリオ

図5に学内に構築した実験環境の配置図を示す.構築した環境ではリビングと寝室を想定した部屋分けを行った.表1に使用する機器リストを示す.今回は AI スピーカーやシーリングライトなどを一連の動作を行うシステムの実装と確認を行った.プロトタイプシナリオを表2に示す.睡眠時間を7時間30分,就寝時刻を午後11時に設定した.プロトタイプシナリオでは,リビングでTV,またはゲームをしている状態の生活者に対して AI スピーカーから就寝時刻と家電の電源を OFF する警告を行う.就寝時刻の1時間前にはリビングに設置されている家電機器を OFF にすることで行動変容を与える.また,寝室ではエアコンを起動させ就寝に適切な温度にしておく.生活者が寝室に移動した後はリビングの制御と同様に生活者を寝台に誘導する.寝台ではスマートフォンを操作していることを仮定し,生活者に対して AI スピーカーとアンビエント照明を使用し警告を行う.この一連の動作を基盤として様々なシナリオの作成を行う.また,実住宅実験でも同様のシナリオを使用し評価を行う.

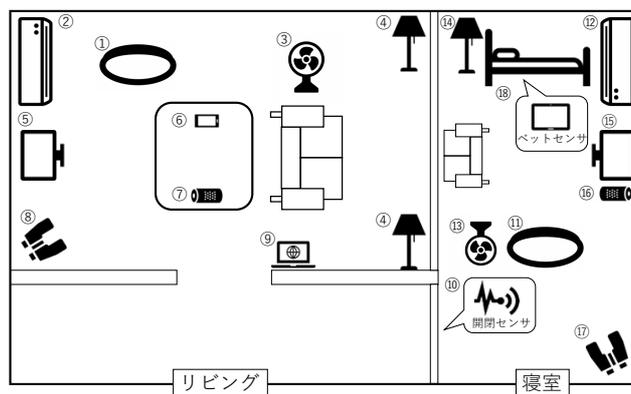


図4 環境の概要図

表 1 機器リスト

リビング		寝室	
①	シーリングライト [LEDH81718LC-LT3]	⑩	開閉センサー [磁気形近接センサ GLS]
②	エアコン	⑪	シーリングライト [LEDH81718LC-LT3]
③	サーキュレーター [GreenFan Cirq]	⑫	エアコン
④	アンビエント照明 [Hue]	⑬	サーキュレーター [GreenFan Cirq]
⑤	TV	⑭	アンビエント照明 [Hue]
⑥	スマートフォン [iPhone SE]	⑮	TV
⑦	AIスピーカー [Google Home]	⑯	AIスピーカー [Google Home]
⑧	人感センサー [EK34531]	⑰	人感センサー [EK34531]
⑨	制御PC [mac mini]	⑱	ペットセンサー [Active Sleep ANALYZER]

表 2 プロトタイプシナリオ

機器	設置	寝室誘導		
		9:40	9:50	10:00
エアコン	[リビング]	ON	ON	OFF
エアコン	[寝室]	ON	ON	ON
AIスピーカー	[リビング]	ON	ON	ON
AIスピーカー	[寝室]	ON	ON	ON
照明	[リビング]	ON	ON	OFF
照明	[寝室]	ON	ON	OFF
機器	設置	寝台誘導		
		10:10	10:20	10:30
エアコン	[リビング]	OFF	OFF	OFF
エアコン	[寝室]	ON	ON	ON
AIスピーカー	[リビング]	OFF	OFF	OFF
AIスピーカー	[寝室]	ON	ON	ON
照明	[リビング]	OFF	OFF	OFF
照明	[寝室]	ON	ON	OFF
機器	設置	就寝誘導		
		10:40	10:50	11:00
エアコン	[リビング]	OFF	OFF	OFF
エアコン	[寝室]	ON	ON	ON
AIスピーカー	[リビング]	OFF	OFF	OFF
AIスピーカー	[寝室]	ON	ON	ON
照明	[リビング]	OFF	OFF	OFF
照明	[寝室]	OFF	OFF	OFF

5. 実住宅での試行と考察

将来的にシステムの実用化を図るために、実住宅においてプロトタイプシナリオを試行した結果、各家電機器は制御を行えたが、以下の4つの課題があることがわかった。

- (1) AIスピーカーの音量は、特に夜は、近隣の住宅に迷惑がかからないように適切に音声を調整する必要がある。
- (2) 就寝時刻は翌日の予定に応じて変更できると良い。
- (3) 家電の種類によっては強制的に電源を落とすとトラブル原因となるため注意が必要である。
- (4) シナリオが単調であると生活者が行動変容しない場合が考えられる。

6. まとめ・今後の課題

本研究では、生活リズム・就寝を整えるために生活環境にある家電やIoT機器などHEMS機器を利用した「行動変容を促すシステム」の開発を行った。「行動変容を促すシステム」に必要なAIスピーカー、シーリングライト、EL非対応機器の制御を行うシステムを構築し、実験環境の構築を行った。また、実住宅での試行し、課題を抽出した。

今後は、シナリオの数を増やし、様々な家電機器の組み合わせでシステム動作を確認する。また、実際に被験者を募り実住宅において評価を行う。

参考文献

- [1] 医療法人社団 メディカルケア虎ノ門 プレ・スクール”生活リズムの整え方とモニタリングの方法” <http://utsu-rework.org/info/pre03.pdf>
- [2] 駒田 陽子, 井上 雄一, 睡眠障害の社会生活に及ぼす影響, 心身機能と睡眠障害, 2006年, 第47回日本心身医学会総会
- [3] 三島 和夫, 日本が「睡眠不足大国」に転落した3つの事情 <https://toyokeizai.net/articles/-/248095>
- [4] 日本睡眠科学研究所, 睡眠 TOPICS, <https://www.nishikawa1566.com/company/laboratory/topics/10/>
- [5] “快眠環境サポートサービス”, <https://ec-club.panasonic.jp/kurashi/sleep/>
- [6] 地域医療支援オープンシステム徳山医師会病院, 行動変容のプロセス <http://hospital.tokuyamaishikai.com/medical/checkup/process.html>
- [7] 津田 彰, 石橋 香津代, 行動変容, 津田・石橋 / 日本保健医療行動科学会雑誌 34 (1), 2019年 - 59
- [8] Node-RED, <https://nodered.org/>
- [9] ECHONET エコネットコンソーシアム, <https://echonet.jp/>
- [10] 大和電器株式会社, “ECHONET Lite アダプタ” https://www.yamatodenki.com/product/product_detail_e/ela.html