

## 科学研究費助成事業 研究成果報告書

令和 3 年 5 月 27 日現在

機関番号：12103

研究種目：若手研究

研究期間：2018～2020

課題番号：18K13040

研究課題名(和文) 遠隔見守り・防災情報伝達を支援する照明システムのデザイン

研究課題名(英文) Design of Lighting System for Remote-Watching and Disaster-Prevention

研究代表者

横井 聖宏 (YOKOI, Takahiro)

筑波技術大学・産業技術学部・助教

研究者番号：50727683

交付決定額(研究期間全体)：(直接経費) 3,200,000円

研究成果の概要(和文)：本研究課題では、遠隔見守りと防災情報伝達のためのIoT照明システムをデザインした。このシステムでは、住居内各所にゲートウェイ機器を介してインターネットに接続された照明機器が設置される。ゲートウェイ機器は照明の点灯/消灯を監視して、最後の照明操作からの経過時間を安否確認情報として承認されたユーザーのみが閲覧できるSNSアカウントに定期投稿する。また、インターネット上の防災速報サービスから情報を取得し、照明の光色変化と点滅によって通知することで、浴室やトイレなど情報機器が手元のない場所でも迅速に防災情報を得ることを可能にする。このシステムはとくに単身生活者の安否確認や防災支援に役立つと期待される。

研究成果の学術的意義や社会的意義

今日、日本では単身世帯が総世帯数の4分の1以上を占め、単身生活者の生死に関わる急病・事故の早期発見と救命や、速やかな対応を要する災害の情報周知が課題となっている。そこで本研究課題では照明機器をIoT化することによって、見守られる側が意識して行動する必要のない「ゆるやかな見守り」と、浴室やトイレなど情報機器が手元のない場所での迅速な防災情報取得を支援する照明システムを提案し、システム設計、機能実装、評価実験および分析評価をおこなってその有用性と課題を確認した。将来的にこのシステムが実用化できれば、とくに単身生活者の安心で安全な暮らしを実現するしくみの発展に貢献しうると考えられる。

研究成果の概要(英文)：In this study, an IoT lighting system for remote watching and disaster prevention was designed. In this system, lighting devices in various parts of the house are connected to a wireless network and connected to the Internet via gateway device. The gateway device monitors whether the lighting devices are on or off, and posts the elapsed time since the last operation to SNS regularly. Authorized users can view the post and utilize it for safety confirmation. When disaster prevention information is received from the emergency alert service on the Internet, the gateway device changes the lighting color and blinks lighting according to the type and urgency of the information. Even in places without information devices, such as bath or toilet, disaster prevention information can be notified by lighting devices. This system will be especially useful for safety confirmation and disaster prevention for people who living alone.

研究分野：感性情報学

キーワード：見守り 防災 IoT 照明

## 1. 研究開始当初の背景

2015年に実施された国勢調査の結果によると、国内の総世帯数に占める単独世帯の割合は4分の1を上回っており、単身生活者が在宅時に急病、災害などに見舞われた際の安全対策は重要な社会的課題といえる。しかしながら、自宅訪問や電話などで定期的な安否確認を実施することは多くの人手や費用を要するうえ、頻繁な安否確認に応えることは、見守られる側にとって心理的負担となる場合もある。

こうした背景もあって近年は、単身生活者の安全・健康が保たれているかを日常的に確認する「見守り」を、情報通信技術を活用して支援するしくみづくりへの関心が高まっている。また、地理的特性から台風、地震、津波など突発的な自然災害が起こりやすい日本では、災害の危険性に関する情報を速やかに漏れなく周知する「防災」のための情報伝達のしくみの確立も重要な課題であり、現在、テレビ・ラジオによる緊急警報放送や携帯電話端末に送信される緊急速報メール、防災無線などが活用されている。しかし、情報機器が手元になく水音で防災放送等も聞こえづらくなる入浴時や、聴覚が衰えた高齢者などへの情報伝達には困難が残る。

## 2. 研究の目的

本研究課題の目的は、住居内の照明機器を活用して見守り・防災を支援する照明システムをデザインし、安心で安全な暮らしを実現するしくみの発展につなげることである。

今日、日本では単独世帯が総世帯数の4分の1以上を占め、単身生活者の生死に関わる急病・事故の早期発見と救命や、速やかな対応を要する災害の情報周知が課題となっている。そこで本研究課題では、リビング、トイレ、浴室、廊下など住居内の各所に設置された照明機器をインターネットに接続することで、点灯・消灯の操作履歴をモニタリングして離れて暮らす親族などが安否確認に活用できる「遠隔見守り」機能と、点滅や光色変化によって緊急速報発令時、災害発生時などに居住者にその情報を伝達する「防災情報伝達」機能をあわせもった照明システムを設計し、その有用性を検証した。

## 3. 研究の方法

### (1) システム設計

システムの構想図を図1に示した。このシステムでは、住居内各所に既設の照明機器の光源をネットワーク制御対応ランプに置き換えるか、新たにネットワーク制御に対応した照明機器を設置し、インターネットに接続されたゲートウェイ機器を経由して管理・制御することでIoT照明化することを想定している。ゲートウェイ機器には安価で省電力なシングルボードコンピュータ（Raspberry Pi等）を用いることで、導入や長期運用のコストを抑えることができる。

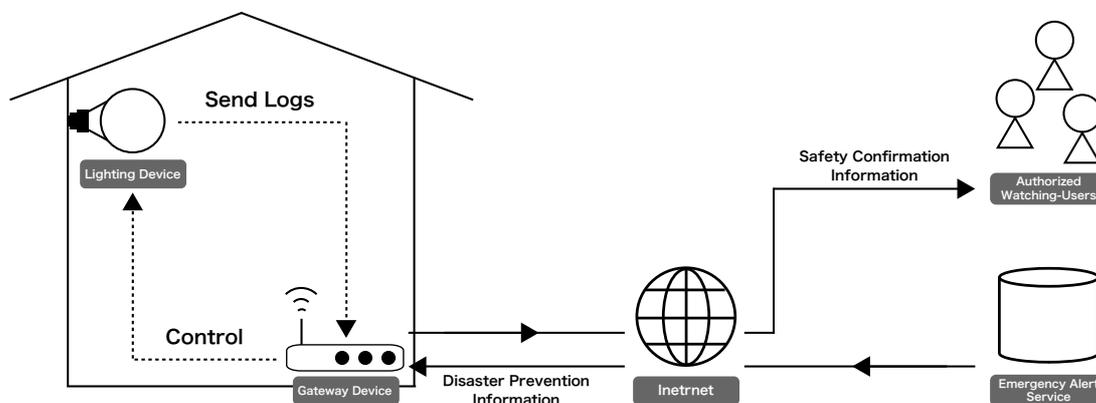


図1. 見守り・防災を支援する照明システムの構想

照明機器の操作履歴のモニタリング機能は、IoT照明の点灯・消灯ログを取得するプログラムを作成して実装することとした。見守る側への情報通知は既存のSNSを用い、点灯・消灯ログを定期的に投稿する機能を実装することとした。

単独世帯の増加や地方の過疎化が進む日本では、日常的に単身生活者の安否が確認できる見守りのしくみづくりが急務であるが、自宅訪問や電話などで安否確認を実施することは多くの人手や費用を要し、また頻繁な安否確認に応えることは、見守られる側にとって心理的負担となる場合もある。このような事情から近年では、情報通信技術を活用し、見守られる側は意識する必要がなく、親族や知人らがいつでも遠隔から安否確認ができる「ゆるやかな見守り」への社会的関心が高まっている。しかし、既存の「ゆるやかな見守り」のしくみは、専用のWebサービスにログインして確認するものや、異常検出時に特定の宛先にEメールを送信するものが主で

あり、基本的に見守る側と見守られる側が1対1であることを前提としたクローズな構造になっている。それに対して本システムでは、安否確認ツールとしてSNSを活用することで、親族や知人など複数の人物による見守りコミュニティの形成を容易にする。これによって、日常的に顔を合わせる親族や近隣住民で形成された地域コミュニティによる見守りと似た状況を、インターネット経由で仮想的に実現できると考えられる。

照明光による防災情報伝達機能は、ゲートウェイ機器からIoT照明の発光をコントロールし、豪雨予報、避難情報、国民保護情報など緊急性の高い情報が届いたときに特定の点滅速度や光色変化で通知するプログラムを作成することで実装することとした。防災情報の取得にはインターネット経由で即時性の高い情報が取得可能な既存サービスを用いることとした。

地理的特性から地震、津波、台風など突発的な自然災害が起こりやすい日本では、防災情報を速やかに漏れなく周知するしくみの確立が重要な課題であり、すでに、テレビ・ラジオによる緊急警報放送や携帯電話端末に送信される緊急速報メール、防災無線などが活用されているが、トイレや浴室など情報を得るための機器が近くにない場所にいるときや、水音で防災放送等が聞こえづらくなる入浴時などは、緊急情報が届かず対応が遅れる可能性が高まる。本システムは住居内各所に設置される照明機器を活用して防災情報を伝達するため、防災情報の周知漏れを補完する効果が期待できる。

## (2)機能実装

(1)の設計にもとづき、照明機器に無線制御対応の電球型LEDランプ「Philips Hue」、ゲートウェイ機器にシングルボードコンピュータ「Raspberry Pi 3」を用いてシステムを実装した。Philips Hueはネットワーク経由で点灯・消灯の切り替えや、輝度・光色のコントロールが可能な照明機器である。これをRaspberry Pi 3上で実行したプログラムによって管理・制御することで「遠隔見守り」機能と「防災情報伝達」機能をもたせた。

遠隔見守り機能は、照明機器の点灯・消灯の履歴をモニタリングして最後に照明が点灯または消灯されてからの経過時間を定期的に既存のSNSの「Twitter」に自動投稿するプログラムを作成し、それをRaspberry Pi 3上で実行することで実現した。

防災情報伝達機能は、「Yahoo!防災速報」を利用して特定の防災情報が発表された際に電子メールで情報を受けとり、その電子メールの内容から防災情報の種類や緊急度を判別して、種類や緊急度に応じた照明の光色や点滅間隔で情報を伝達するプログラムを作成し、それをRaspberry Pi 3上で実行することで実現した。防災情報の種類・緊急度と照明の光色・点滅速度の対応関係は表1、図2に示したとおりとした。

表1. 防災情報の種類・緊急度と照明の光色・点滅速度の対応表

Blinking Speed	Information			Urgency
	heavy rain	evacuation	civil protection	
0.6s	≥ 80mm/h	order	issued	Higher ↑
0.6s+2.4s	≥ 50mm/h	advisory	N/A	
2.4s	≥ 20mm/h	preparation		



図2. 照明の光色を変化させた例

左から順に「豪雨情報」、「避難情報」、「国民保護情報」を伝えるもの

### (3)実証実験

70歳代の単身生活者1名を「見守られる側」の実験参加者、40歳代の別居の親族1名を「見守る側」の実験参加者として、見守られる側の実験参加者宅に本システムを導入し、10日間の評価実験を実施した。

この実験では、照明機器として電球型LEDランプ Philips Hueを図3に示したようにリビングと浴室に設置し、ゲートウェイデバイスである Raspberry Pi 3 上で実行したプログラムによって点灯・消灯の履歴管理と防災情報伝達時の発光制御をおこなった。

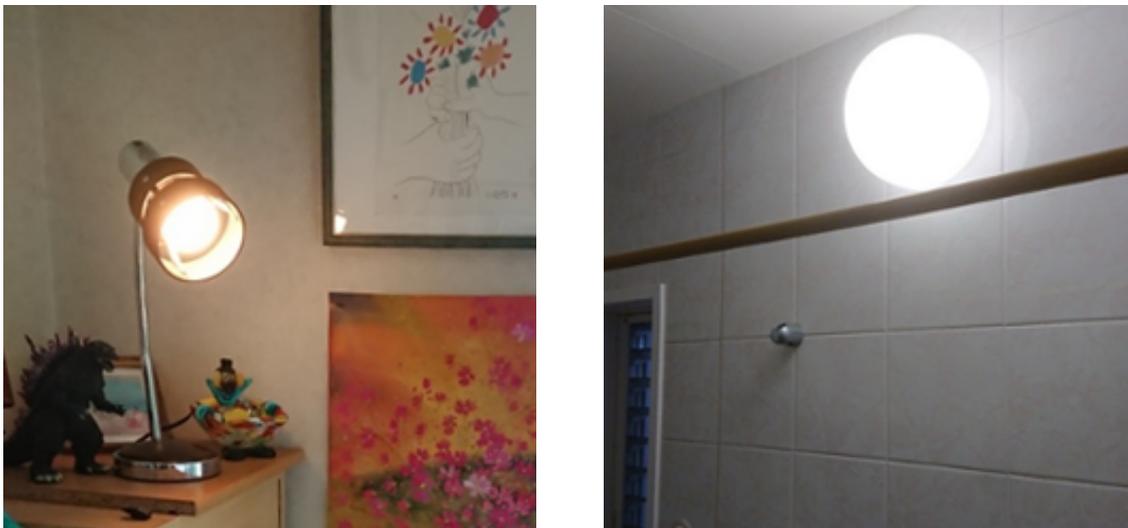


図3. 照明機器の設置場所

左はリビングの補助照明として設置したものの、右は浴室の主照明として設置したものの

遠隔見守り機能のテストおよび評価のため、見守る側の実験参加者には Twitter 上に投稿される見守り情報を随時確認するよう指示した。投稿される見守り情報は、図4の例のように見守られる側の宅内に設置した照明機器が最後に点灯または消灯の操作をされてからの経過時間を伝えるもので、承認されたユーザーのみが閲覧できる実験用アカウントのタイムライン上に24時間ごとに自動的に投稿される仕様とした。

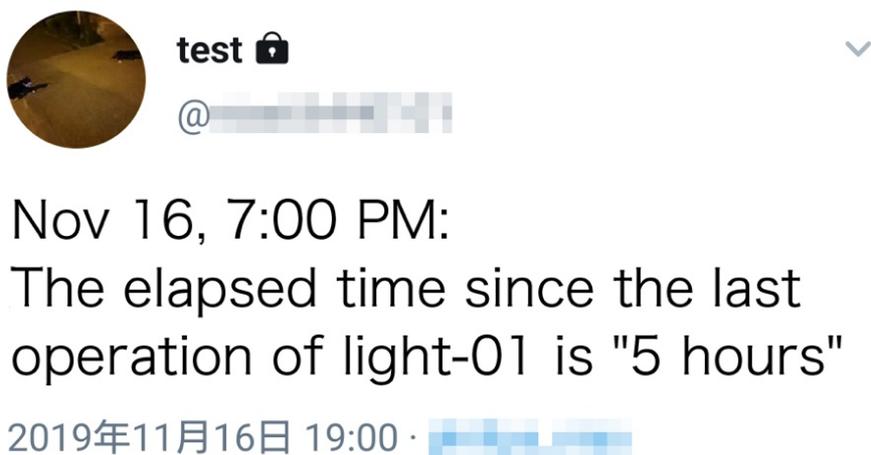


図4. 投稿された見守り情報の例

また、実験期間中は1日に1回、照明機器を表1に示した7通りのいずれかのパターンで発光させて疑似的な防災情報を通知することで防災情報伝達機能のテストをおこなった。

実験期間終了後は、見守る側の実験参加者に対しては表2に示した質問項目によって遠隔見守り機能の評価を求め、見守られる側の実験参加者に対しては表3に示した質問項目によって防災情報伝達機能の評価を求めた。

表 2. 「見守る側」の実験参加者への質問項目

No.	Question
Q1-1	<b>How useful is this system to find emergency incidents rapidly?</b> (choose an option) 5) Very 4) Somewhat 3) Neutral 2) Not very 1) Not at all
Q1-2	<b>What is the reason for your answer to Q1-1?</b> (free description)
Q2-1	<b>Do you want to use this system if it is put to practical use?</b> (choose an option) 5) Very 4) Somewhat 3) Neutral 2) Not very 1) Not at all
Q2-2	<b>What is the reason for your answer to Q2-1?</b> (free description)

表 3. 「見守られる側」の実験参加者への質問項目

No.	Question
Q1-1	<b>How useful is this system for disaster prevention?</b> (choose an option) 5) Very 4) Somewhat 3) Neutral 2) Not very 1) Not at all
Q1-2	<b>What is the reason for your answer to Q1-1?</b> (free description)
Q2-1	<b>Do you want to use such lighting devices if it is put to practical use?</b> (choose an option) 5) Very 4) Somewhat 3) Neutral 2) Not very 1) Not at all
Q2-2	<b>What is the reason for your answer to Q2-1?</b> (free description)

その結果、遠隔見守り機能の有用性については「3) どちらともいえない (有用かどうか判断できない)」と評価された。理由としては「見守り情報が 24 時間ごとに決まった時間に投稿されるため、緊急事態にすぐに気付かない可能性がある」という意見が挙げられた。このシステムが実用化されたら使用したいかについては「4) やや使いたい」と評価され、理由として「離れた場所からでも生活のようすがうかがえるのは見守りに役立つ」という意見が挙げられた。

防災情報伝達機能の有用性については「4) やや役に立つ」と評価された。理由としては「情報が照明で通知されるので耳の遠い老人や聴覚障害者にとっても役立つかもしれない」という意見が挙げられた。このシステムが実用化されたら使用したいかについては「4) やや使いたい」と評価され、理由として「(屋外スピーカーの) 防災無線は聞こえづらいときがあるが、これは家の中で簡単に情報が得られる」、「音声による通知もあればなおよい」という意見が挙げられた。

#### (4)分析評価

本研究課題で提案したシステムの有用性と課題について、実証実験の結果にもとづき分析評価をおこなった。

遠隔見守り機能については、IoT 照明機器を活用することで、見守られる側に意識させることなく遠隔で安否確認ができる「ゆるやかな見守り」の実現に有効であることを確認した。また、実証実験の段階では見守り情報が自動投稿される間隔が 24 時間に固定されていたことから、緊急事態にすぐに気づけない可能性があることを懸念する意見が挙がっており、投稿間隔をユーザーが自由に設定できる仕様とするなど改良の余地もあることがわかった。

防災情報伝達機能については、照明光が情報伝達媒体となるため、入浴中など手元に情報機器がない状況でとくに有用であるほか、防災無線など音声で発信された情報が聞きとれない人・場所における情報伝達を補完できる可能性があることも確認された。また、現状のシステムの仕様では、照明光によって表された情報の意味を正しく判別するために、防災情報の種類・緊急度と照明の発光パターンとの対応関係をユーザーが事前に記憶しておく必要があることから、確実に情報を伝えるための仕様改良も検討すべきであるとわかった。

#### 4. 研究成果

本研究課題では、照明機器を IoT 化することで遠隔見守り・防災情報伝達を支援するシステムを提案し、システム設計、機能実装、評価実験および分析評価をおこなってその有用性と課題を確認した。将来的にこのシステムが実用化できれば、単身生活者の安心で安全な暮らしを実現するしくみの発展に貢献しうると期待できる。そのために、今後は本研究課題の成果を受けて引き続きシステムの改良を重ね、有用性をより高めていく必要があるだろう。

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 1件）

1. 著者名 横井聖宏	4. 巻 27-1
2. 論文標題 IoT機器とSNSを活用したゆるやかな見守りシステムのデザイン	5. 発行年 2019年
3. 雑誌名 筑波技術大学テクノレポート	6. 最初と最後の頁 p.83
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 オープンアクセスとしている（また、その予定である）	国際共著 -

〔学会発表〕 計5件（うち招待講演 0件 / うち国際学会 1件）

1. 発表者名 横井聖宏, 田村隆明, 久松朋史
2. 発表標題 照明による防災情報伝達のための基礎調査 - 電球色 / 昼光色の主照明下で赤色 / 緑色の間接照明が与える印象 -
3. 学会等名 第20回日本感性工学会大会
4. 発表年 2018年

1. 発表者名 横井聖宏, 久松朋史
2. 発表標題 IoT照明を用いた防災・遠隔見守りシステムのデザイン
3. 学会等名 第66回日本デザイン学会春季研究発表大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 久松朋史, 横井聖宏
2. 発表標題 照明を用いた防災・遠隔見守りシステムの実装
3. 学会等名 第21回日本感性工学会大会
4. 発表年 2019年

1. 発表者名 横井聖宏, 久松朋史
2. 発表標題 照明を用いた防災・遠隔見守りシステムの開発と評価
3. 学会等名 第15回日本感性工学会春季大会
4. 発表年 2020年

1. 発表者名 Takahiro YOKOI, Tomofumi HISAMATSU
2. 発表標題 Design of IoT Lighting System for Remote Watching and Disaster Prevention
3. 学会等名 8th International Conference on Kansei Engineering and Emotion Research: KEER2020 (国際学会)
4. 発表年 2020年

〔図書〕 計0件

〔産業財産権〕

〔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
---------------------------	-----------------------	----

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
---------	---------