

光と音で分かる節電装置

酒井 理央 (鷗友学園女子高等学校 1年) 金丸 知優 (東京都立調布北高等学校 1年)

背景・目的

環境課題解決へのアプローチとして、日常生活で気軽に節電に取り組むことができる装置が必要だと考えた。そこで、光と音で分かる節電装置を検討及び作成した。

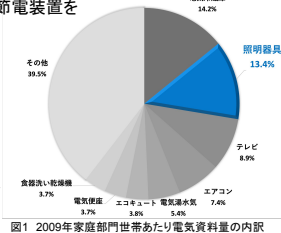
- 地球温暖化の進行を遅らせるため日頃から節電が必要
→ 家庭の電力消費のうち照明器具: 13.4% (図1)[1]
→ **照明器具の消し忘れ防止が必要**
- 電気こたつによる火災: 192件 (平成26年~平成30年)[2]
→ **こたつの消し忘れ防止が必要**

→ 長時間のエネルギーの浪費・事故につながる、外出時の電気、こたつの消し忘れに着目

現状の節電装置の問題点

遠隔操作で電気のスイッチを操作できる装置、人感センサーにより自動で消灯する電球等
→ 形状の違う照明器具を一括して管理することができない

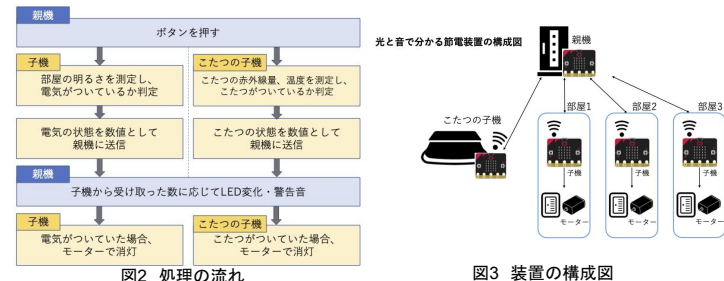
電気機器の消し忘れ防止のため、形状の違う照明器具・こたつを一括して管理し、節電するための装置を作成する



装置

◆ 装置の構成

親機のボタンを押すと、子機が各部屋の電気・こたつの状態を取得し、その結果により対応する親機のLEDが変化して警告音が鳴る。また、電気が点灯している部屋はモーターによるアームの動作で電気のスイッチを操作し自動で消灯する。
この装置により、各部屋の電気・こたつの状態を一目で確認することができる。



◆ 電気の状態判定

電気の状態判定は、micro:bit内蔵の明るさセンサーを用いて行った。(使用したセンサー参照)
状態判定をするにあたり、部屋の明るさを測定した。照明器具の配置、電球のW数、直射日光や自然光による明るさの違いを考慮し、点灯時については実験を行った室内の5箇所及び部屋より電球が暗い廊下の1箇所、消灯時には室内の3箇所で明るさを測定した。いずれも1秒ごとに10回明るさを測定した。表1に部屋、室内で直射日光が当たっている所及び廊下について明るさの値の最大値と最小値をまとめた。この測定により、部屋の明るさの値が10を超えて200未満の場合電気が点灯している、10以下の場合電気が消灯している、200以上の場合直射日光が当たっていると判断することとした。

表1 明るさの測定結果のまとめ

部屋の電気	部屋		直射日光	廊下
	最大値	最小値		
点灯時	174	230	17	17
	118	221	15	15
消灯時	10	232	10	10
	2	220	0	0

◆ こたつの状態判定

こたつの状態判定は、人感センサーとmicro:bit内蔵の温度センサーを用いて行った。(使用したセンサー参照)
こたつ内の温度は一般的に30℃~60℃前後である[3][4]。また、こたつの中に人がいた場合、こたつは使用中であると考えられる。このことから、人感センサーが反応せずこたつ内の温度が30℃を超えているときに消し忘れ状態であると判断することとした。

◆ 装置の外観

親機
外観は図4、装置の内部は図5のようにになっている。LEDをmicro:bitのP0、P1、P2、P8に接続した。

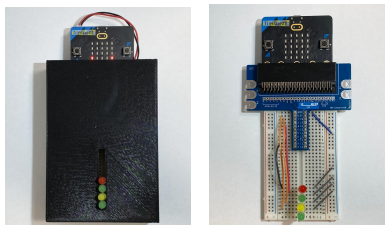


図4 親機の外観 図5 親機の内部

親機の箱

CADツールtinkercadと3Dプリンタを使用し親機の箱を作成した(図6)。上部に親機のLEDを出す穴があり、側面にはmicro:bitを差し込む穴、電池ボックスをmicro:bitに接続するためのスリットがある。



図6 親機の箱の3Dデータ

子機

子機のプログラムをダウンロードしたmicro:bitを3台使用した。図7はそのうちの1台である。

子機モーター部分

レゴブロックを利用し、歯車により電気のスイッチを押す動作ができるアームを制作した(図7下)。

こたつの子機

赤外線センサーのs(信号線)をmicro:bitのP0、+を3V、-をGNDに接続した(図8)。

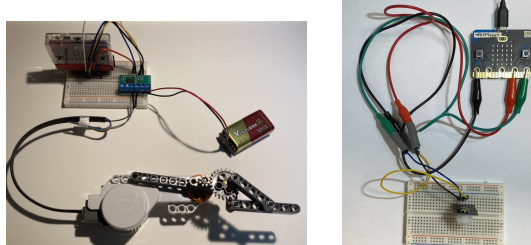


図7 子機

図8 こたつの子機

◆ 使用したセンサー

● **明るさセンサー**(micro:bit内蔵)
micro:bit本体にある5x5のLEDスクリーンのうちいくつかのLEDで電圧減衰時間を測定することにより、明るさレベルを0~255の数値として取得する。

● **温度センサー**(micro:bit内蔵)
micro:bit本体のプロセッサの温度センサーを利用し、環境温度を摂氏で取得する。

● **PIR (PASSIVE INFRARED RAY) MOTION SENSOR (人感センサー)**
動いている人や動いている動物の赤外線信号を近くで検出する。検出された場合Highレベル、検出されない場合Lowレベルを出力する。

- 作業温度: -20~85℃
- 出力電圧: 高3V、低0V
- 検出角度: 100°
- 検出距離: 3メートル

◆ プログラム

● **親機**
ボタンが押された時、子機と通信する。子機から部屋の状態を表す数値を受け取り、部屋に対応するLEDと警告音で表示する。子機から通信が来ているか常に判定を行う。

表2 プログラムの仕様

電気の状態	部屋の明るさ	送信される数	親機のLED	警告音
消灯	明るさ ≤ 10	0	消灯	×
点灯	10 < 明るさ < 200	1	点灯	○
測定不可	200 ≤ 明るさ	2	点滅	○
受信不可			ゆっくり点滅	×

● **子機**
明るさを測定し、部屋の電気がついているかを判定する。親機に部屋の電気の状態を表す数値を送信する。部屋の電気がついていた場合、モーターにより電気のスイッチを押し消灯する。



図9 親機のプログラムの一部

● **こたつの子機**
こたつ内の赤外線・温度を測定し、こたつがついているかを判定する。親機にこたつの状態を表す数値を送信する。

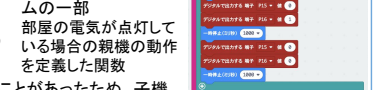


図10 子機のプログラムの一部

● **複数の子機と同時通信するプログラム**
複数の子機と同時に通信するにあたり、以下のような工夫を行った。
● 通信が同時に親機に送信され処理されないことがあったため、子機からの通信をランダムな秒数ずらして送るようにした。
● 子機からの通信を別の子機が受け取ってしまうリスクが発生したため、子機側で親機からの通信に限定して処理を行った。
● 親機で常に受信判定の処理を行っていたことで、子機から数値を受信した際意図しない挙動をしたため、受信判定と受信した数値ごとの処理を同時に行うようにした。

プログラムの例として、親機のものを図9に、子機のものを図10に示す。

プログラムの詳細

- 親機のプログラム: https://makecode.microbit.org/_8DJR2U3M7fkt
- 子機のプログラム: https://makecode.microbit.org/_eyP4q80uKV5b
- こたつの子機のプログラム: https://makecode.microbit.org/_WtqCqxf1Rfg

実行結果と考察

部屋の電気・こたつの状態を子機を覆う、強い光を当てる、温める等によって再現し、動作を確認する実験を行った。(動画 00:57~)

その結果、多くの場合電気・こたつの状態を正しく計測できた。その一方で、いくつかの課題が明らかになった。課題と改良方法について考察した。
● こたつの子機で温度を測定する際、micro:bit本体が温まり正しく測定できない可能性がある。
→ micro:bit内蔵の温度センサーを使用するのではなく、外付けの温度センサーを使用する。
● モーターのサイズが大きいため、家庭で簡単に取り付けができない。
→ 小型のモーターを用いたアームを作成する。
● 時間帯によって自然光の差し込み具合が違うため、電気を完全に消灯していたとしても電気がついていると判定することがある。
→ 時間帯による部屋の明るさの違いを明らかにし、時間帯によって処理を変える等の対策を行う。今回行った明るさの測定をより多くの条件で行い、統計的に解析することでより最適な明るさの判定値を求める。

まとめ

本研究では、環境課題解決への1つのアプローチとして、日常生活で気軽に節電に取り組むことができる装置を作成した。

本装置では、電気機器の消し忘れ防止のため、形状の違う照明器具・こたつを一括して管理することができる。本装置を用いることで、あらかじめスマート家電が組み込まれていない家であっても簡単に節電に取り組むことができる。その一方で、温度で簡単に取り決めできない可能性があること、装置のサイズ、部屋の自然光による誤動作等の課題が明らかになった。今後の展望として、先程挙げた課題の解決及び実際に使用してもらうことでフィードバックを得て実用化に向けて改良を行うことが挙げられる。今回の装置の開発にあたり、複数の子機と同時に通信しながら情報を処理するプログラムの実装、モーターとmicro:bitを連携して制御すること等が難しかったが、いずれも試行錯誤の上で解決することができた。

参考文献

- [1]資源エネルギー庁 平成22年度省エネルギー政策分析調査事業「家庭におけるエネルギー消費実態について」閲覧日:2022年1月26日 https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/general/more/pdf/h22_bunsekiyosya.pdf
- [2]消費者庁 電気ストーブや電気こたつの火災に注意!まよし 閲覧日:2022年1月26日 https://www.caa.go.jp/policies/policy/consumer_safety/caution/caution_027/pdf/caution_027.pdf
- [3]朝日食品 こたつ取扱説明書 閲覧日:2022年2月6日 https://www.muji.com/public/media/pdf/doc/item/01_4550002100940_00001.pdf
- [4]ニトリ こたつ取扱説明書 閲覧日:2022年2月26日 <https://www.nitori-net.jp/ecstatic/image/pdf/0711038.pdf>
- [5]資源エネルギー庁 省エネルギーサイト 閲覧日:2022年1月26日 https://www.enecho.meti.go.jp/category/saving_and_new/saving/general/wha/
- [6]keyestudio Ks0052 keyestudio PIR Motion Sensor 閲覧日:2022年1月26日 https://wiki.keyestudio.com/Ks0052_keyestudio_PIR_Motion_Sensor
- [7]ifitny docs 閲覧日:2022年2月2日 <https://docs.ifitny.com/>
- [8]Microsoft Makecode micro:bit 閲覧日:2022年2月2日 <https://makecode.microbit.org/device/>

謝辞

本研究は、2021年度電気通信大学UECスクールプログラミング入門Ⅰ・Ⅱ・Ⅲ (B日程)の実習で作成した装置を改良・改良したものです。電気通信大学の笹倉 理子先生、赤澤 紀子先生、TAの岸田 若葉さん、秋場 大輝さんには沢山のご協力、装置についてのアドバイスをいただきました。モーターの制御の部分等についてはUECスクールにおいてB-3班で共に実験を行った林 菜里佳さんにご協力いただきました。心よりお礼申し上げます。