

# 遠隔操作及びタッチ操作で自動開閉可能な 後付け型スマートキーシステム

前野太洋, 渋沢良太

鹿児島県霧島市国分中央1-10-2 第一工科大学 工学部 情報電子システム工学科

E-Mail: r-shibusawa@daiichi-koudai.ac.jp

## Retrofit smart key system with remote and touch operation

Taiyo Maeno, Ryota Shibusawa

Department of Informatics and Electronics, 1-10-2, KokubuChuo, Kirishima, Kagoshima, 899-4395, Japan

E-Mail: r-shibusawa@daiichi-koudai.ac.jp

Abstract: In this study, we developed a system consisting of inexpensive hardware that can be attached to doors that were not originally equipped with automatic lock opening/closing and lock confirmation functions, and clarified how to implement these functions. In this system, a device that holds the key of an ordinary door from the outside is attached to the door, and the device opens and closes the lock by turning the key with a motor. The key can be opened and closed by a touch operation of a Felica-equipped cell phone or by a remote application. This system allows users who are authorized to open and close locks to do so with their cell phones, without having to carry physical keys.

Key words: Data-driven agriculture, Smart agriculture, Beef cattle breeding, Internet of Things

### 1. はじめに

防犯技術のニーズは年々高まっており、現在までに鍵を締め忘れたかどうかを遠隔から確認でき、遠隔から施錠したり、不正な解錠があった場合にそれを即座に通知できるシステム等が実用化されている。しかし、そのようなシステムを新たに導入するにはそれなりのコストがかかるため、小規模施設や個人宅には導入できていない状況も多く存在する。

本研究では、もともと鍵の自動開閉、施錠確認機能がついていない扉に、後から取り付けてそれらの機能を実現する安価なハードウェアか

ら構成されるシステムを開発し、その実装方法を明らかにした。本システムでは、一般的な扉の鍵を外側からホールドするデバイスを扉に取り付け、そのデバイスがモータで鍵を回すことにより、鍵を開閉する。鍵の開閉は、ボタンによるパスワード入力、Felica搭載携帯のタッチ操作、または遠隔からのアプリ操作によって行えるようにしている。本システムにより、鍵の開閉が許可されたユーザは、物理的な鍵を持たなくても、携帯電話があれば鍵の開閉を行うことができるようになる。

また、開発したシステムを長期間に渡って複数人で使用し、有効性、問題点を検証した。

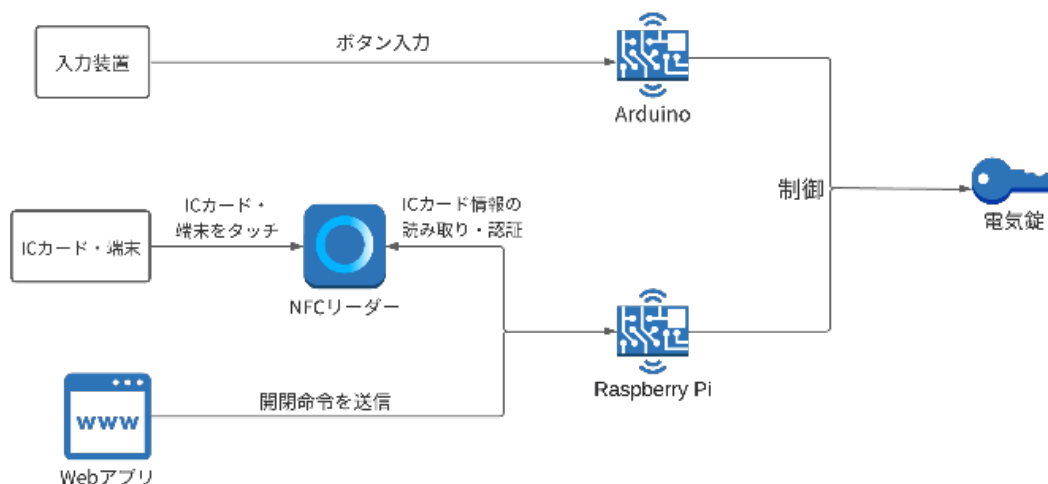


図 1 システムの概要図

## 2. スマートキーシステムの開発

### 2.1. システムの概要

本システムでは3種類の鍵の開閉方法を開発・運用した。3種類の鍵の開閉方法を以下に示す。

- (ア) ボタン操作での鍵の開閉
- (イ) ICカード・端末をリーダーにタッチすることでの鍵の開閉
- (ウ) インターネットを介した遠隔操作での鍵の開閉

システムの概要を図1に示す。それぞれの開閉方法による入力をマイコンで処理し電気錠を制御することで鍵の開閉を行う。図1におけるArduino, Raspberry Pi, Webサーバでそれぞれ動作するプログラムを開発した。Raspberry Pi上で動作するプログラムはPython, WebアプリケーションはPHPを使って実装した。また, WebアプリケーションのRDBSにMariaDB, WebサーバにApacheを使って実装した。

### 2.2. ボタン操作での開閉

ボタン操作による鍵の開閉ではモールス信号シールド[1]を装着したArduino UNO[2]を用いる。ボタン操作での開閉方法の概要を図2に示す。

モールス信号シールドのボタン操作（トグル入力）でパスワードを入力して認証する。パスワードの組み合わせはアルファベット5種類4桁の合計625パターンである。入力したパスワード

はモールス信号シールドのディスプレイに表示される。

### 2.3. ICカード・端末での開閉

ICカード・端末での開閉ではマイコン(Raspberry Pi4 ModelB 2G[3])とNFCリーダー(RC-S380[4]), Felica搭載のICカード・端末を用いる。

事前にFelica搭載のICカード, 端末からNFCリーダーでIDm(製造時にICチップに記録され書き換えができない固有のID番号)を読み取り, マイコンのプログラムに登録する。登録したIDmとNFCリーダーにタッチしたICカード・端末のIDmが一致するか認証し鍵の開閉を行う。

### 2.4. Webアプリによる遠隔操作での開閉

Webアプリによる遠隔操作での開閉ではマイコン(Raspberry Pi4 ModelB 2G)上で動作するプロ

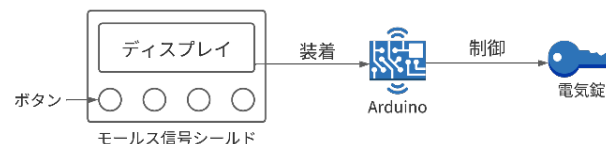


図 2 ボタン操作による開閉の概要図

グラムとWebサーバ上で動作するプログラムで実現している。Webアプリによる遠隔操作での開閉の概要を図3に示す。

マイコンは一定時間間隔でサーバ上のデータベースの開閉データを参照する。開閉データは扉が開いている状態を“開”閉まっている状態



図 3 遠隔操作による開閉の概要図

を“閉”とする。マイコンは参照した開閉データの状態に従って電気錠を制御する。Webアプリでは現在の開閉情報を表示する。インターネット通信機器からWebアプリにアクセス・ログインし、Webアプリからデータベースの開閉データを変更することで錠の開閉を行うことができる。ログインではIDとパスワードを必要とする。Webアプリの操作画面を図4に示す。

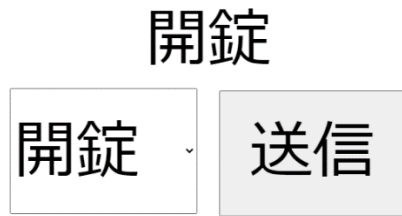


図 4 Webアプリの操作画面

### 2.5. 電気錠の構成

電気錠の概要を図5に示す。サーボモータをマイコンで制御し、サーボモータ（デジタル・マイクロサーボSG90[5]）のトルクを錠のサムターン（ドアの内側のつまみを回して施錠する錠のこ）に伝えることで錠を開閉する。

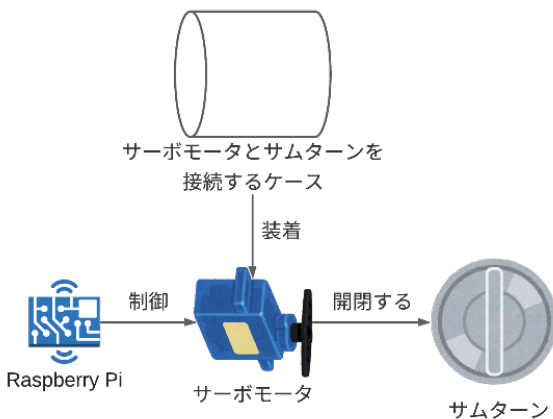


図 5 電気錠の概要図

### 2.6. 構成機器のコスト

機器の価格を表1に示す。1つの扉あたり、約18,051円の原価で、本システムを稼働させることが可能である。同一の管理団体が、複数の扉に本システムを導入する際、サーバ費用は各扉で個別にはかからない。マイコンの機種を変更すれば、より原価を抑えられると考えられる。

次章で述べるが、本システムは筆者が所属する第一工科大学ものづくり研究同好会の部室に実際に導入した。約12人の部員が本システムのみを利用して錠の開閉を行っている。合鍵作成費用が1,000円[6]とした時、12人の合鍵を作成する場合、12,000円の費用が掛かる。本システム全体では、ボタン操作は7,540円、ICカード・端末を使った開閉は10,308円、Webアプリを使った遠隔操作での開閉は8,233円（サーバ代が月額643円）であり、どの方法でも合鍵を作成するより値段を安く実装することができた。すべての方法を組み合わせる場合18,051円だが、Raspberry Pi4 ModelB 2Gにボタン入力装置とディスプレイを拡張することで、ボタン操作での開閉にも対応できる。そのためマイコンはRaspberryPi4 ModelB 2Gと拡張機能[7]で済むため全体の費用は14,516円にまですぐに抑えることができる。

表1 各機器の価格

機器名	価格
RaspberryPi4 ModelB 2G	¥7,150
ArduinoUNO	¥3,300
モジュール信号シールド	¥3,800
サーボモータ	¥440
NFCリーダー	¥2,718
サーバ費用	¥643
合計	¥18,051

### 3. 利用評価

2021年4月から現在に至るまで、筆者が所属するものづくり研究同好会の部室である、5号館1階のコルネラウンジの部屋に本システムを導入した。同部の約12人が現在も利用している。

鍵の開閉時によく使われる操作手法は、ボタン操作による開閉であった。これは、開閉するために携帯電話を取り出す必要がない手軽さが理由であると考えられる。

導入期間中、諸事情により扉の前で鍵を開けられない人から筆者が連絡を受け、遠隔から開けたユースケースも見られた。

本システムによりWebアプリから部室の開閉状態を確認できるため、リアルタイムで部室に人がいるか否かも把握することができる。そのためこの機能を利用して、「誰かいるなら部室にいらおう」と考え、部員が行動する場面も多く見られた。

導入期間中に、電気錠部のサーボモータが3度故障することがあったため交換した。故障間隔は約3か月ほどであり短いため、ハードウェアの改良が今後必要である。その他、マイコンやNFCリーダー等の制御部は安定稼働した。

## 4. まとめと今後の研究課題

### 4.1. 先行研究との比較

既に実用化されている優れたスマートキーシステムとして、株式会社BitkeyのBitlock[8]がある。筆者もBitlockを自宅に一定期間取り付け、実際に利用を試みた。

Bitlockも本システムと同じく、自動開閉機能が無い扉のサムターンをホールドして開閉できるデバイスである。ハードウェアの安定性は高く、筆者が1年近く使用した際も故障することはなく、バッテリーの持ちも長かった。Bitlockではスマートフォンのアプリを起動し、Bluetooth通信によって、鍵の開閉を行える。また、扉を解錠したまま一定秒数経過後に自動で閉めるオートロック機能も設定できる。また、アプリの優れた機能として、一定期間、一定回数だけ許可されたユーザに鍵の開閉を許可するチケット機能がある。この機能によって、部屋の持ち主が外に出ているとき、家事代行サービスを行う業者[9]等のみに、家の鍵を渡さずに部屋に入ることを一時的に許可することが可能となる。

Bitlockにはなく、本システムにある機能は、インターネット越しに遠隔から鍵の開閉を行える機能、ボタン操作、タッチ操作で鍵の開閉を行える機能である。

### 4.2. 今後の研究開発課題

利用評価を踏まえると、ハードウェアの安定性の向上がまず必要となる。また、感染症予防のためのタッチレスでの個人認証、部屋にいる人物名の把握、鍵の閉め忘れ時のオートロック機能の搭載等が今後の研究課題としてあげられる。

### 参考文献

- [1] モールス信号シールド, <http://nksg.net/usbif4cw/item-shield-a/>, (参照 2022-05-12).
- [2] Arduino UNO, <https://store-usa.arduino.cc/products/arduino-uno-rev3>, (参照 2022-5-12).
- [3] RaspberryPi4 ModelB 2G, <https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-4-model-b/>, (参照 2022-5-12).
- [4] RC-S380, <https://www.sony.co.jp/Product/s/felica/consumer/products/RC-S380.html>, (参照 2022-5-12).
- [5] デジタル・マイクロサーボSG90, <https://hime.umemoto.org/merchandise/sold-on-amazon>, (参照 2022-05-14).
- [6] ミニット・アジア・パシフィック株式会社, “合鍵の作製”, <https://www.minit.co.jp/service/key/>, (参照 2022-5-15).
- [7] Raspberry Pi用I2C接続のLCDキット, [http://www.sengoku.co.jp/mod/sgk\\_cart/detail.php?code=EEHD-56H8](http://www.sengoku.co.jp/mod/sgk_cart/detail.php?code=EEHD-56H8), (参照 2022-05-22).
- [8] 株式会社Bitkey Bitlock, <https://www.bitlock.jp/>, (参照 2022-5-24).
- [9] カフェモモ, <https://www.cafe-momo.com/>, (参照 2022-5-24).