

Web アプリケーションのためのキーボード入力型 ICカードリーダーの提案

櫻田 武嗣^{1,a)} 三島 和宏^{1,b)} 萩原 洋一^{1,c)}

概要：近年多くの業務用アプリケーションで Microsoft Windows 上で動作するネイティブアプリケーションから、Web ブラウザ上で動作する Web アプリケーションへの移行が進んでいる。一方で IC カードの普及が進み、多くの場所で利用されるようになってきた。IC カードをこれら業務用アプリケーションで利用するためには、IC カードリーダー・ライタのデバイスドライバの対応等が必要で、アプリケーション自体もその入力に対応する必要があった。このため IC カード対応のために改修が必要であるなどコスト増の問題となっていた。本稿では、IC カードリーダーをキーボード入力型とすることにより Web アプリケーションで利用しやすいようにするシステムの提案を行い、プロトタイプと課題について述べる。

Design of an IC-Card Reader with Keyboard Inputting for Web Applications.

SAKURADA TAKESHI^{1,a)} MISHIMA KAZUHIRO^{1,b)} HAGIWARA YOICHI^{1,c)}

1. はじめに

様々な業務で IT の導入が進み、多くの業務用アプリケーションが利用されている。多くの業務用アプリケーションはデータを蓄積、処理するためのサーバとユーザが入出力を行うクライアント側から構成されたサーバ・クライアント方式をとっている。これまで業務用アプリケーションの多くは Microsoft Windows など特定の OS 上で動作するネイティブアプリケーションが主流であったが、近年は様々な OS に対応するアプリケーションが増えている。特にクライアント側はデスクトップ PC やノート PC だけでなくタブレット型端末の利用を視野に入れた Web ブラウザ上で動作する Web アプリケーションが増えている。

他方、窓口等で利用する業務アプリケーションでは、窓口に来た人への対応のため、社員証や学生証、会員証など

といったものを読み取りその後の作業を行うことがある。図書館を例にとると、利用者は本を借りるため窓口の本と図書館利用証を提出する。窓口では担当者が本の識別子と図書館利用証を読み取って業務用アプリケーションへ入力する。多くの場合、本の識別子の読み取りにはバーコード、図書館利用証の読み取りにはバーコードまたは磁気カードを利用している。さらに近年は IC カードの普及も進んでおりその対応が必要となってきている。東京農工大学（以下本学と記す）でもバーコードを利用した窓口対応システム [1] を作成して利用していたが、その後 IC カードへの対応を行ったり、様々な IC カード対応システム [2], [3] の作成などを行ってきた。

クライアント側のデバイスの制約を開放するために Web アプリケーションを利用する機会が多いため、専用デバイスを必要とする場合にはデバイスドライバ等を各 OS 毎に用意しなくてはならない問題を生ずる。本稿ではこの問題を解決するため、IC カードリーダーをキーボード入力するデバイスの提案をするとともに、デバイスの試作について述べる。また試作したデバイスの問題点や提案するデバイスを利用する上で検討すべき点について述べる。

¹ 東京農工大学 総合情報メディアセンター
Information Media Center, Tokyo University of Agriculture
and Technology
2-24-16, Naka-cho, Koganei-shi, Tokyo 184-8588, JAPAN.

a) take-s @ cc.tuat.ac.jp

b) three @ cc.tuat.ac.jp

c) hagi @ cc.tuat.ac.jp

2. 既存デバイス利用時の課題

ICカードを利用するシステムは様々なものがあるが、一般的にICカード自体が直接ホストPCと通信するわけではない。そのためICカードリーダー・ライターが必要となり、ホストPCとICカードリーダー・ライターの接続はシリアルポート接続またはUSBポート接続が主流である。最近ではBluetoothによる接続も登場している。いずれの接続でもホスト側に専用のデバイスドライバを用意して利用することが前提となっている。

ICカードはこれまで用いられていた磁気カードやバーコードよりも格納できる情報量が多く、耐タンパー性の向上を目的として設計されたものである。ICカードを扱う場合カード内のデータ格納位置の指定やアクセスキーを指定して読み書きを行うことが一般的であるため、どうしてもホストPCとの通信が必要となってしまう。

ICカードを利用したシステムでは、アプリケーション内にICカードリーダー・ライターを制御するデバイスドライバと通信する部分を組み込む必要がある。このためICカードリーダー・ライター用のデバイスドライバが対応したOS上でのアプリケーション開発となり、開発されたアプリケーションもOS依存となることが多かった。また既存のアプリケーションをICカードに対応させるためにはカスタマイズが必要であった。

一方、現在多くの業務用アプリケーションはクライアント側の制約を減らすことを考え、Webアプリケーション化が進んでいる。Webアプリケーションだけではデバイスの制御が直接できないためICカードリーダー・ライターも扱うことができない。クライアントOS側のデバイスドライバとOS上で動いているネイティブアプリケーションと連携させる必要があり、動作するOSの制約を受けてしまう。Chrome App等を使えば特定の環境下ではあるがJavaScriptによりUSBデバイスを制御可能[4]であるが、Webアプリ側の対応が必要となってしまうためカスタマイズがどうしても必要となる。

このようにICカードを使おうとした場合に、クライアントの環境に制約が生じてしまうため、Webアプリケーションだけで業務を行うことが難しいという点が課題である。

3. ICカードリーダーのキーボード入力型デバイス化

3.1 キーボード入力型デバイスの提案

前述のICカードを利用した場合に起こる課題を解決するために、本稿ではICカードリーダーをキーボード入力型とするデバイスを提案する。ICカードリーダーの多くは、ICカードの内容を読み書き出来るリーダー・ライターであるため、ICカードに対応したアプリケーションではICカードの内容を読んで処理をし、結果をICカードに書き戻す(図1)

処理が行われることも多い。一方でICカードの内容を読み取るだけ(図2)の場合もある。この形態での利用の多くはこれまで磁気カードやバーコードで利用されていたものをICカードに置き換えたものが多い。本稿では後者のICカードの内容を読み取るだけの場合において前述の課題を解決することを目指す。

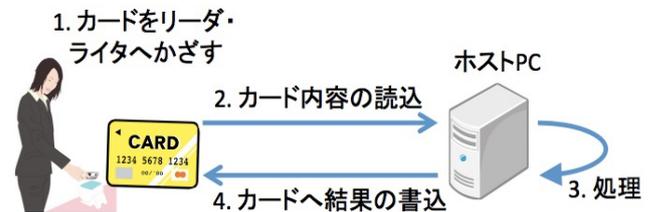


図1 ICカード利用の手順(双方向)

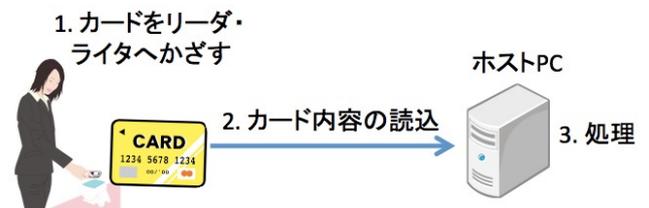


図2 ICカード利用の手順(片方向)

これまで多く利用されてきた磁気カードリーダー(図3)やバーコードリーダー(図4)は、主にキーボード入力型またはシリアルポート接続タイプの製品がある。シリアルポート接続タイプはホストコンピュータからリーダーの制御を行いたい場合に用いられ、簡単に扱いたい場合にはキーボード入力型が用いられることが多い。キーボード入力型は磁気カードをスワイプさせると、磁気ストライプ内に格納されたデータをキーボード入力として出力する。バーコード入力型も同様である。近年はキーボードがPS/2接続やADB接続ではなくUSB接続になってきているため、磁気カードリーダーやバーコードリーダーもHID(Human Interface Device)としてUSB接続であるものが多くなってきている。



図3 磁気カードリーダー

本稿で提案するデバイスも前述の磁気カードリーダーや



図 4 バーコードリーダー

バーコードリーダーと同様に USB 接続の HID としてキーボード入力で見せかけるものである。このようにする利点として、これまでに述べているようにデバイスからの出力を Host PC 側ではキーボード入力と同様に扱えるため、アプリケーション側でデバイスに対応するための特別な仕掛けが必要ないことが挙げられる。

3.2 デバイスの試作

本稿で提案するキーボード入力型 IC カードリーダーの動作確認と問題点の洗い出しのため試作を行った。IC カードの規格は様々なものがあり、NFC(Near Field Communication) 規格等が国際標準として承認されている。NFC 規格だけでも MIFARE などの NFC-A(ISO/IEC 14443/18092)、日本では免許証や住民基本台帳カード等で利用されている NFC-B(ISO/IEC 14443)、Suica 等の交通系カードや Edy 等で利用されている NFC-F(ISO/IEC 18092) がある。NFC-F は Felica として知られており、本学で用いている IC カードも Felica も利用したものである。また他大学の一部が利用している FCF キャンパスカード [5] でも Felica が利用されている。そこでまずこの Felica に対応したデバイスの試作を行った。試作をするにあたって次に示す点を考慮した。

- (1) Host PC 側にはデバイスドライバが不要となるよう HID でキーボードタイプとして認識されるようにする
- (2) USB 給電とし取扱を簡単にする
- (3) 給電後すぐに利用出来るようにするため、Linux 等の OS が起動するものではなく組み込み型のマイコンとする
- (4) 他の IC カードリーダー・ライタ等でも応用出来るよう USB 接続の IC カードリーダー・ライタを使用する
- (5) マイコン上で動作するプログラムは汎用性の高い方法で実装し、他への応用ができるようにする

すぐに用意できる部品で試作を開始したため、IC カードリーダー・ライタは手元にあった SONY RC-S330[6] を利用することとした。他の IC カードリーダー・ライタも手元にあったが、別系統の電源を用意する必要があったり、販売が既に終了していたりしたため、本稿執筆時に一般的に販売されている製品とした。通常この RC-S330 は USB でホス

ト PC と直接接続し、Host PC 側でデバイスドライバにより制御を行うが、今回は Host PC にはキーボードデバイスとして見せかける必要があるため、IC カードリーダーと Host PC の間に入れるデバイスを試作した。デバイスの構成を図 5 に示す。Host PC に対しては USB-HID デバイスとして見せかける必要があるため、USB デバイス機能が必要である。また IC カードリーダーを制御するため USB ホスト機能が必要である。接続する Host PC からの USB 給電で動作し、給電後にすぐに動作を開始するようにしたかったためマイコンを用いることとしたが、両方を同時に扱えるものがすぐに用意できなかったため、それぞれを担当するマイコンを用意し、マイコン間をシリアル通信で接続する方式を採用した。USB ホスト機能は NXP LPC1768[7] ボード (ARM Cortex-M3 MCU) の USB ホスト機能、USB デバイス機能は Atmel ATmega328P[8] 上で USB デバイスをエミュレーションするファームウェアの VUSB[9] を利用した。ブレッドボード上で試作を行い動作確認をしている様子を図 6 に示す。試作では動作確認ができる最低限の回路で構成している。図 6 は LPC1768 のデバッグのために本来の動作とは別の USB 接続も行っている。動作の概要を次に示す。

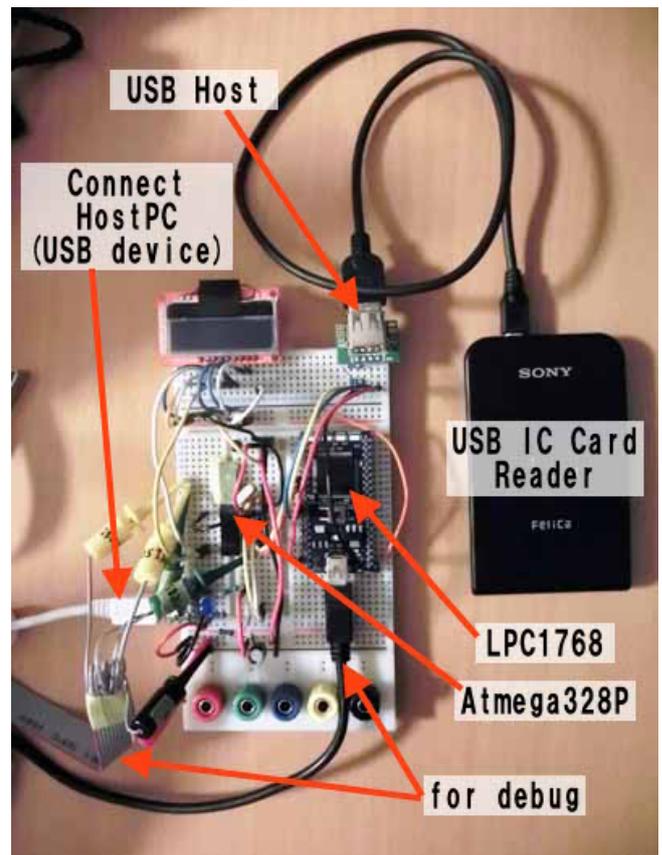


図 6 試作の様子

- (1) RC-S330 と LPC1768 の USB ホスト端子を接続
- (2) ATmega328P の USB デバイス端子を Host PC と

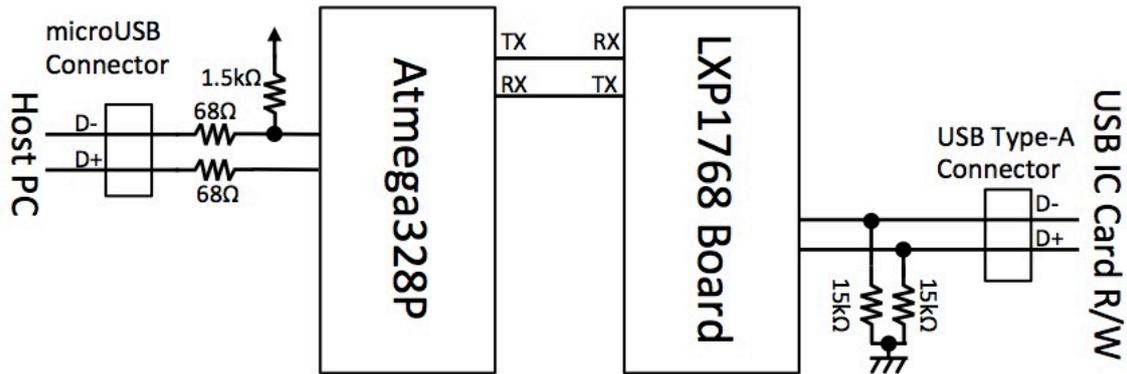


図 5 試作デバイスの構成

接続

- (3) ホスト PC から USB バス給電により回路が駆動
- (4) LPC1768 側上で RC-S330 を認識し, 制御コマンド発行
 - (a) RC-S330 のアンテナ ON
 - (b) Felica システムコードを設定し, ポーリング開始
 - (c) IC カードを検知したらカードの Idm を取得
 - (d) 取得した Idm と Felica サービスコードを使って IC カード内データの読み込み
- (5) LPC1768 で読み込んだ IC カードデータをシリアル接続された ATmega328P へ送出
- (6) ATmega328P で受信したデータを USB デバイス(キーボード入力)としてホスト PC へ送出

上記のようにデバイスが動作することで, ホスト PC からは IC カードを読み取ると内容が USB キーボードの入力として見える. USB-HID のキーボードタイプとしているため, 多くの OS で別途デバイスドライバ等を用意しなくても自動的に認識し動作する.

4. 提案デバイスの試作後の検討

試作の結果, 下記の点の検討が必要であることが分かった.

- (1) 非接触カードを読み取る際のタイミングに関する検討
- (2) デバイスの小型化とコストに関する検討
- (3) セキュリティに関する検討

それぞれについて詳しく述べる.

4.1 カード読み取りに関する検討

IC カードの読み取りのタイミングについて検討する. 今回利用したカードは非接触カードであるため, IC カードリーダに近づくとカードを読み取ることが可能であり, 利用者からすれば IC カードをパスケースや ID カードホルダなどに入れたままで IC カードリーダにかざせば利用できるため便利である. しかしながら読み取る側としてはこの点が問題となる.

まずこれまで利用されてきた磁気カードリーダとバーコードリーダの場合について述べる. 磁気カードリーダは

スワイプした時点でキーコードが出力される. バーコードリーダの多くはバーコードリーダの読み取りボタンを押してからバーコードに読み取り部をあてることでキーコードが出力される. どちらの場合も読み取るタイミングをコントロールでき, 必要になった時点で読み取りを開始すれば良いため必ずしもアプリケーション側でリーダをコントロールしておく必要がない.

非接触 IC カードリーダこれまでのリーダと同様の用いるためには, 読み取り開始を意図的に指示できるボタン等を取り付ける必要があると考えられる. また非接触のためリーダの範囲内に入り読み取りが出来たかをフィードバックする必要があるため, 読み取り完了をブザーやランプ等で知らせる必要がある. 特に非接触リーダの Felica の場合には, ポーリングモードでカード検出をし, その検出したカード情報を元にカードへアクセスするため, このカード検出と読み取りの間にカードが検出範囲外へ出てしまうと読み取れないことが起こるため, 読み取りが完了したかのフィードバックは必要となると考えられる.

4.2 デバイスの小型化とコストに関する検討

実際に設置して利用されることを考え, IC カードリーダ・ライタ部分を含めたデバイスは小型化されているのが望ましい. 現在はブレッドボード上での実装となっているため回路面積が大きい, 実際の配線等は少ないため, 基板へ実装すれば小型化が可能であると考えられる. 次にコストであるが, 現在は USB ホスト機能と IC カードリーダの制御のために USB ホスト機能に対応した MCU (Micro Control Unit) を用いている. この MCU は原稿執筆時で約 6,000 円で IC カードリーダ・ライタと同等かそれ以上のコストがかかってしまっている. USB ホスト機能は PIC マイコン上でアセンブラ等でコーディングすることで実現可能ではあるが, IC カードリーダの制御も行わなくてはならず, コーディングが簡単ではなくなるため, USB ホスト機能用のチップまたは対応 MCU を使うことが多くなると考えられる. USB ホスト機能用のチップも現時点では

高価であり、小数ロットでの入手が難しいという課題がある。今後は USB ホスト機能と USB デバイス機能を両立でき、コーディングが簡単で低価格の MCU を探す必要があると考えられる。

コストを下げる面では、USB 接続 IC カードリーダー・ライタを使用するのではなく、基板接続用のシリアルリーダー・ライタの RC-S620/S[10]などを ATmega328P に直接接続して使用方法が考えられる。様々な USB 接続のリーダーを接続できる汎用性は無くなるがコストを下げたさらに小型化することができるため、リーダー部分の部品が入手でき、収容するケース等も用意できる場合などはこの方がよい場合もあると考えられる。

4.3 セキュリティに関する検討

今回の試作は Felica カード内の暗号化されていない領域を読み込むものである。この領域は Felica カードのシステムコードとサービスコードを総当たり検索等すれば読み込むことができる。運用時にはデバイスが持ち去られたりしないようにすることは当然ではあるが、試作したデバイスと同様のものでは、デバイスを解析されてもカードの暗号化部分を解かれるわけではないため、カードを持ち去られるのと同程度のリスクと考えられる。今回は Felica の USB リーダ・ライタを IC カードリーダー部に用いたが、シリアル接続のリーダー・ライタを用いることで Felica カード内の暗号化された部分をアクセス可能である。この場合にはデバイスの取扱を慎重に行う必要があるのに加え、アプリケーション側や運用手順を考える必要があると考えられる。そのまま暗号化された部分がキー入力で表示されてしまうため運用の仕方によっては、暗号化して隠している意味が無くなる可能性もあるからである。

5. 提案デバイスの利用状況の想定

本稿で提案したキーボード入力型デバイスは、前述のように検討しなくてはならない点もあるが、現時点で利用可能であると想定される状況について述べる。

最初に窓口等での利用を想定した場合について述べる。窓口では業務用アプリケーションを利用して受付業務を行う。利用者の識別は利用者が持っている IC カード内の識別番号を利用する。業務用アプリケーションはキーボード入力に対応していれば良いため、Web アプリケーションで構わない。ここで窓口での受け付けの例として図書館窓口での書籍貸し出し時の例を示す。尚、本学で今後導入する予定の図書館業務アプリケーションは Web アプリケーションとなることも想定されている。

- (1) 蔵書管理アプリケーションで利用者 ID の入力待ち状態とする
- (2) 提案デバイスの IC カード読み込み取り開始指示（読み取り開始ボタン等を押す）

- (3) IC カードリーダー部に利用者が IC カードをかざす
- (4) 蔵書管理アプリケーションに利用者 ID が入力される
- (5) バーコードで貸し出し書籍のバーコード等を読み込む
- (6) 貸し出し表をプリントアウトして渡す

上記のような手順となり、利用者 ID をバーコードや磁気カードで入力していたのと変わらない手順で利用できると想定される。またこれまで述べているように、蔵書管理アプリケーションも変更無しに利用可能であると想定される。

この他の利用想定として、利用者の ID だけ分かれば良いようなクーポンの自動発行、出欠確認（出退勤）などがあり、セキュリティがあまり要求されない部分に利用できると考えられる。アプリケーション等の開発もキー入力だけの場合には IC カードリーダーの制御がある場合に比べて簡単になるため、このような簡易デバイスが必要とされる部分があると考えられる。

5.1 不正デバイスへ対策への応用

本稿で述べたデバイスはキーボード入力型デバイスであるため、このデバイスが完全なブラックボックスとなってしまう場合、ソースコードを書き換えられてホスト PC の乗っ取りなどに使用される可能性が否定できないため、このようなデバイスが販売等されるようになった場合にはソースコード等の精査ができる状況が必要となると考えられる。一方今回の試作では USB ホスト機能の中でマイコンで USB デバイスのデバイスクラスを検出できるため、BadUSB[11]等の簡易検出が可能である。この BadUSB 検出の実装は、株式会社 mokha による実装や金沢大学大野教授らの実装がそれぞれ別のマイコンを用いて行われている。今後、これらの BadUSB 検出器に見せかけた悪意あるデバイスが登場することが十分に考えられるため、相互に別のソースコードやハードウェアで実装されていることが重要であると考えられる。これらの悪意ある USB デバイスへの対策については本稿で論ずる範囲を超えるため、今後別の論文等にて報告を行いたいと考えている。

5.2 おわりに

本稿ではキーボード入力型 IC カードリーダーの提案とその試作について述べた。本稿で述べたデバイスを用いることにより、IC カード内データをキーボード入力として取り扱うことができるため、特別なデバイスドライバ等を必要とせず、Web アプリケーションで容易に IC カードを利用することができる。このように各種リーダー等を簡易に利用可能とするデバイスは、適用範囲が狭いと考えられはするが、アプリケーション側の作成負担を減らす意味で有用であると考えられる。本稿では IC リーダ・ライタを交換するデバイスを提案したが、IC カードリーダー・ライタに限らず各種センサー等を接続し、キーボード入力やマウス入力とすることも可能であるのでさらに適用範囲が広がる可能

性がある．今後は検討した結果をもとにさらにデバイスの試作を行い，実際に利用し評価を行う予定である．

参考文献

- [1] 櫻田武嗣, 石橋みゆき, 萩原洋一: "休眠アカウント調査のための Web を利用した情報サービス利用者確認システムの構築と運用," 第 1 回 インターネットと運用技術シンポジウム, 情報処理学会, IOTS2008, ISSN1344-0640, pp.31-38(2008.12).
- [2] 増淵敬, 並木美太郎, 櫻田武嗣, 萩原洋一: "XML を用いた遠隔機器制御支援システムと DBMS や IC カードの連携," 情報処理学会システムソフトウェアとオペレーティング・システム研究会, No.95, 2004-OS-95(1), pp.1-7(2004.2).
- [3] 櫻田武嗣, 萩原洋一: "IC タグとネットワークを活用した新板書管理システムの設計," ヒューマンインタフェースシンポジウム 2007 論文集, pp.323-326 (2007.9).
- [4] Google Inc.: Chrome USB Devices(online), 入手先 <https://developer.chrome.com/apps/app_usb> (2014.01.24).
- [5] 一般社団法人 FCF 推進フォーラム: FCF キャンパスカードとは (online), 入手先 <<http://www.fcf.jp/whats%20fcf/whatsfcfc.html>> (2014.01.25).
- [6] Sony Corporation, Sony Marketing (Japan) Inc.: 非接触 IC カードリーダー / ライター RC-S330(online), 入手先 <<http://www.sony.jp/cat/products/RC-S330/>> (2014.01.25).
- [7] NXP Semiconductors: mbed LPC1768(online), 入手先 <<http://developer.mbed.org/platforms/mbed-LPC1768/>> (2014.01.25).
- [8] Atmel: megaAVR MCUs ATmega328P(online), 入手先 <<http://www.atmel.com/devices/ATMEGA328P.aspx>> (2014.01.25).
- [9] Objective Development: V-USB(online), 入手先 <<http://www.obdev.at/vusb/>> (2014.01.25).
- [10] ソニー株式会社: NFC / FeliCa リーダーモジュール RC-S620/S・S620/U(online), 入手先 <<http://www.sony.co.jp/Products/felica/business/products/RC-S620.html>> (2014.01.25).
- [11] SRLabs: Turning USB peripherals into BadUSB(online), 入手先 <<https://srlabs.de/badusb/>> (2014.01.26).