

学生証 IC カードを利用した授業支援

Learning and Class Management Support System Using the Student IC Card

高尾 哲 康

Takao Tetsuyasu

IC カードは現代社会において、かなり安価になって広く流通しており、これを活用するシステムはもはや社会基盤となっている。セキュリティ対策の強化により、電子マネー機能を実現する IC チップが内蔵された交通系・金融系カードや運転免許証、住基（住民基本台帳）カード・マイナンバーカード、小売・流通系カードなど多くの場面で、IC カードの利用が広がっている。また、社員証や会員証などにも IC カードが導入され、出退勤管理・入退室管理や厚生施設利用などに利用することも多くなってきた。本学においても数年前から学生証 IC カードが導入されたことにより、授業やオリエンテーションなどでの出席管理や図書館入退室管理、印刷管理システムなどで利用できるようになった。本稿では授業支援への活用やスマートフォン・タブレット端末などと連携したシステムについて解説する。

キーワード：IC カード、IC タグ、NFC、FeliCa、スマートフォン、タブレット、出席管理、授業支援、教務システム

1. はじめに

NFC(Near Field Communication)は13.56MHzの周波数を利用した通信距離10cm程度の近距離無線通信技術であり、非接触 IC カードや IC タグを機器に近づけることにより相互通信を可能とする[1]。この通信技術は2003年にISO/IEC 18092(NFCIP-1)で定められた国際標準規格をもとに、NXP セミコンダクターズ社（旧フィリップス社）・ノキア社・ソニーの3社による業界標準団体「NFC フォーラム」において実装仕様・実装技術が策定された。NFC フォーラムでは、国内やアジア地域で普及している FeliCa、欧米を中心とした Mifare などの上位互換性を維持する仕様策定・技術開発を行なっている。

NFC はかざすだけで接続できるが通信速度は低速（106～424kbps）なので、大容量データ交換には適していない。他の無線通信技術である Bluetooth や Wi-Fi では高速大容量通信が可能で通信到達距離も長いですが、接続するためには設定が必要となる。そのため、Bluetooth のペアリングや

Wi-Fi の設定情報の交換に NFC を利用することにより、接続したい機器を相手側にかざすだけで電源投入と接続設定が行なわれ、Bluetooth 接続や Wi-Fi 接続が完了する。切断したい場合は機器をもう一度かざすことで接続解除となる。最近の製品では、スマートフォンや AV 機器、ワイヤレスヘッドフォン・イヤホン、スピーカーなどがあり、ワンタッチで接続し、音楽・画像・動画などが転送できるようになっている。

本学の学生証 IC カードはソニーが開発した FeliCa(JIS X 6319-4, ISO/IEC 18092)に基づいている。暗号化されているセキュリティ領域以外は NFC で公開されている規格だけで開発することができる。これまでは FeliCa を利用したアプリケーションの開発には専用の開発環境が必要であったが、NFC が公開しているコマンドを利用することで開発が容易となった。事例としては、カード利用履歴表示や電子マネー残額表示などのアプリが提供されている。

大学などの講義においては、学生証 IC カードとそれをサポートするソフトウェアを利用することで学生の出席管理および教務システムとの連携が可能となり、教員側の負担を減らすことができる。また、IC カード読取機器の部分をカードサイズの携帯型システムとすることにより、出席管理だけでなく、アクティブ・ラーニングを取り入れた授業や教室外授業、学外実習などにおいて、学生側のアクティブな学習姿勢を評価する際にも活用できる道が開けてきた。本稿では、学生証 IC カードを利用した授業支援[2]およびスマートフォン・タブレット端末との連携について解説する。

2. 学生証 IC カードについて

NFC フォーラムにて定められた仕様によれば、NFC デバイスが備えるべき機能として次の 3 つのモードがある[3]。

● Reader/Writer モード

NFC タグを読み書きするモードであり、スマートフォンやハンディリーダーなどで、非接触 IC カードや IC タグを読み書きすることで商品情報、クーポン情報、キャンペーン情報、地図情報などへのアクセスに必要な操作負担の軽減がはかれる。今回試作した学生証 IC カードを利用した授業支援システムは IC カードリーダーにてこのモードを使用する。

● Peer-to-Peer(P2P)モード

2 つの機器間でのデータ通信に使われるモードであり、NFC 機能搭載の機器どうしをかざすだけで認証機能や電話帳、アドレス帳、スケジュールなどのデータ交換やファイル交換が可能となる。これまでの携帯端末どうしの赤外線通信の代替となる。

● Card Emulation モード

NFC デバイスが他の NFC デバイスに対して、FeliCa や Mifare などの非接触 IC カードと同じ動作を可能とするモードである。おサイフケータイやモバイル Suica などのように、スマートフォン自体が IC カード相当の機能を持つ。

本学の学生証 IC カードは FeliCa 準拠 (Type 3 Tag) であり、暗号化されていない部分、非セキュリティ領域については NFC 準拠のコマンドでアクセス可能である。読み取り可能なデータは、IDm (製造 ID、8 バイト)、PMm (製造パラメータ、8 バイト)、学籍番号、性別、都道府県コード、学校コード、大学コード、カード有効期限年月日などである。IDm は IC カードごとにユニークとなっており、IDm を利用することで Suica、Passca、ICOCA、Edy など一般の IC カードを利用した出席管理システム[4]もある。IDm を利用する方法では学籍番号との対応をとるための管理が煩雑になること、カードの再発行で IDm が変わってしまうこともあり、本システムでは IDm の利用はせず、IC カードから学籍番号を直接読み取ることにした。

3. 学生証 IC カードを利用した授業支援システム

本システムはソフトウェア開発環境 Visual Studio 2010 にて C# 言語で開発した。講師が PowerPoint など、授業中にプレゼンテーションで使用する Windows PC 上で同時に動作させることを想定している。基本は授業開始時に出席をとるが、遅刻学生にも対応できるように、授業中のプレゼンテーション動作 (スライドショーなどを含む) の妨げとならない常駐型プログラムとした。IC カードの読み取り結果は、PC 画面上に学籍番号 (男性: 青色、女性: 赤色表示) と読み取り時刻を最大 2 秒間表示して消去する。同時に効果音を鳴らし、学籍番号と読み取り時刻を CSV 形式にてファイルに追加する。このファイルは教務システムである CampusPlan[5]の出席管理システムと連携するプログラムにより、自動的に出席結果が反映されるようになっている。IC カードの高速連続読み取り (2~3 枚/秒) にも対応しており、その場合は PC 画面表示が頻繁に書き換わることになる。これを実現するためにプログラムは IC カード情報受付部分と学生情報表示

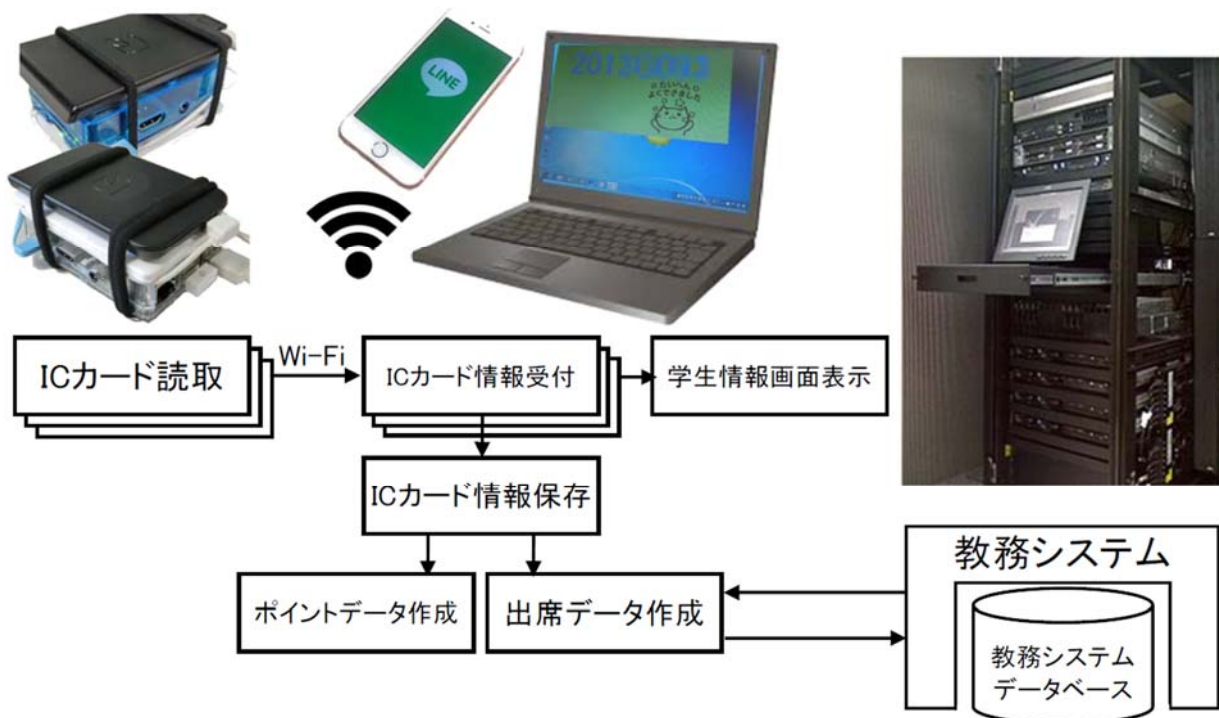


図1. 学生証 IC カードを利用した授業支援システムの構成

部分を並列処理するマルチスレッド型となっている。そのため、使用する PC の CPU は Core2Duo や Athlon II 以降のマルチコアが望ましい。初期に開発したプログラムでは、IC カード読込時のポーリング (定期的に IC カードリーダーに問い合わせをする) 処理のスレッドと学生情報画面表示処理の 2 つのスレッドで構成されていたが、これを改良して複数の IC カード読取装置から同時に対応できるようにした。IC カード読取プログラムはサーバ・クライアントシステムのクライアントプログラムとして各 IC カード読取装置にて動作させ、画面表示側では PC にてサーバプログラムとして動作する (図 1)。これにより、これまでは 1 台のみであった IC カード読取装置を複数台同時使用が可能となった。カードサイズの携帯型 IC カード読取装置とサーバ PC 間は Wi-Fi で通信することとし、数百人規模の大講義室での活用や屋外 (電波法により、通信周波数 2.4GHz 帯または 5GHz 帯の特定チャンネルを使用。IEEE802.11ac では到達距離約 250m) での利用も可能となった。システム要件は下記のとおりである。

・サーバ機 (ノート PC)

- ① OS : Windows7 以降。32 ビット、64 ビットいずれにも対応。
- ② Wi-Fi 機能。携帯型 IC カード読取装置と SoftAP (Wi-Fi Direct、テザリングに相当) あるいは Wi-Fi ad hoc によるピアツーピア (P2P) 接続する場合およびスマートフォン連携機能を使用するには別途有線 LAN または Wi-Fi アダプタを追加してインターネット接続を確保しておく必要がある。
- ③ IC カード読取結果を表示するディスプレイ装置。プロジェクタを接続したプレゼンテーション用 PC で構わない。

・クライアント機 (カードサイズの携帯型 IC カード読取装置として動作する小型 PC)

- ① OS : UNIX 系。32 ビット、64 ビットいずれも可。
- ② Wi-Fi 機能。サーバ機となる PC との無線 LAN 接続として使用。
- ③ SONY 製の PaSoRi RC-S380, RC-S330, RC-S320 など (消費電流最大約 200mA)、USB 接続の FeliCa 対応 IC カードリーダーとデバイスドライバ (UNIX 用のもの) をインストールしておく。

カードサイズ携帯型 IC カード読取装置として動作する小型 PC には、開発の容易性 (オンサイト、すなわち携帯型 PC 自身でビルドできることや Python 言語、Perl 言語インタプリタを含め、UNIX 系ソフトウェアツールが標準で用意されているなど) と CPU 性能、入出力インタフェース機能などから安価なカードサイズの小型マイコンである Raspberry Pi 3B を利用した。Raspberry Pi (ラズベリーパイ) [6]は、英国の慈善団体であるラズベリーパイ財団が開発・販売を行なっている教育用の小型ボード型マイコンである。このマイコンは Wi-Fi 機能を内蔵し (Raspberry Pi 3B 以降の機器から内蔵。Raspberry Pi 2B などの場合は別途 USB 接続の Wi-Fi アダプタが必要)、他に USB 端子と有線 LAN 端子をもつ。IC カードリーダーは USB 接続の IC カードリーダーを使用する。

サーバ・クライアント間の通信方式に Bluetooth を利用する方法もあるが、Bluetooth では通信

相手が1台のピアツーピアであり、通信距離が10m程度（Class1対応機器では通信距離約100mだが、現在市販されている多くのデバイスはClass2対応の通信距離約10mとなっている）であり、大講義室や屋外では通信不能となることが予想される。また、Wi-Fi経由でTCP/IPネットワークを利用するほうがプログラムを開発しやすいこと、複数台のICカード読取装置と接続する場合もWi-FiによるLAN接続が実際的であることもWi-Fiを選択した理由である。

このカードサイズ携帯型PCでは図3のように3層構造となっており、下から順に、Raspberry Pi 3B 駆動用のカード型リチウムイオンバッテリーMocreo LAVO-2500 Power Bank(2,500mAh)[7]、Raspberry Pi 3B 本体、USB接続ICカードリーダーになっている。なお、Raspberry Pi 3B 本体の消費電流は400～1,200mA (<https://www.raspberrypi.org/help/faqs/#power>)となっている。

操作は下記のように行なう。

- ① 学生情報表示用PC側でICカード読取装置からWi-Fi経由で送られてきたデータを表示するサーバプログラムを起動しておく。初回起動時にはWindowsファイアウォールから警告が出る場合がある。その場合は通信許可（あらかじめ指定されたポート番号で受信できる設定）をサーバプログラムに与えておく必要がある。なお、この学生情報表示用PCのIPアドレスは固定である必要はなく、DHCPにて自動で割り当てられるIPアドレスで構わない。②のクライアントプログラムがサーバプログラムを動作させているPCに自動でIP接続するようにしているためである。
- ② カードサイズ携帯型PCでは、ICカードリーダーから読み取ったデータをTCP/IPネットワーク経由で①のサーバと通信を行なうクライアントプログラムを起動する。このプログラムはPerl言語（一部Python言語）で作られており、①のサーバとして動作しているPCのネットワークインタフェースのハードウェアアドレス（MACアドレス）からIPアドレスを得てTCPまたはUDPにて通信する。MACアドレスからIPアドレスを得るにはブロードキャスト通信を利用するため、サーバPCとカードサイズ携帯型PCともに同じLANセグメント内である必要がある（または、前述のSoftAPやWi-Fi ad hocなどの直接接続）。このシステムは授業で使用することを想定しているの、基本的に同じ教室内で使用する事になり、サーバPCとクライアントPCがWi-Fiでそれぞれ異なるSSIDで異なるVLANに接続する場合などをのぞけばLANセグメントが異なることはほとんどないといえる。なお、①のサーバPCのOSがWindows10以降であれば、標準でサポートされているmDNS(Multicast DNS)機能を有効にしておけば、上記のMACアドレスからIPアドレスを得るなどの作業は必要なく、「PC名.local」でそのままアクセスできる。Windows8.1以前であれば、iTunesかBonjour for WindowsをインストールすればmDNSの機能が使える。

ある授業での出席データ収集時のICカード読み取り状況の例として、読み取り開始から4分後までの30秒単位のヒストグラムを図2に示す。30秒間で約12名分のデータが得られていることが分かる。学生の動作（パスケースからのICカード取り出し、タッチ動作、移動など）を考慮すると1人当たりの所要時間は2秒程度である。受講学生120名の授業の出席確認ではICカード読取装置が1台では約4分かかるが、2台では約2分程度になる。

カードサイズ携帯型 IC カード読取装置の主な利用法は、出席管理だけでなく、授業中の学生からの質問応答や良回答に応じてボーナスポイントを与えることが目的である。そのため、講義室内で学生が着席している位置やホワイトボード、黒板などの位置で、屋外実習であれば任意の位置で IC カードを読み

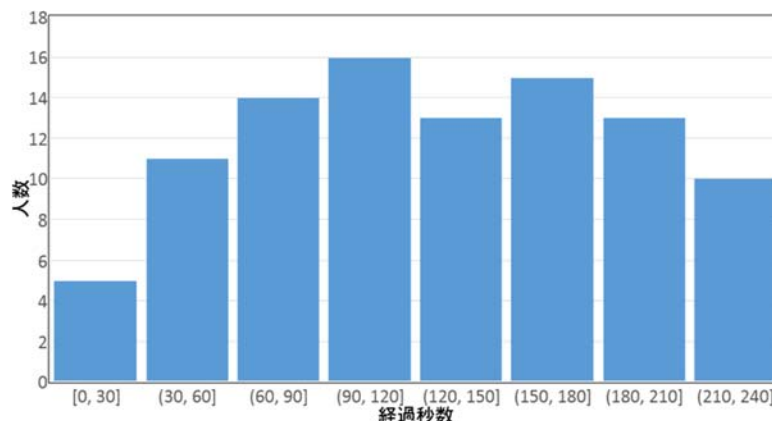


図2. IC カードデータ収集状況の例

取ることができる。ボーナスポイントの一例として、IC カードのワンタッチで良ポイント、ダブルタッチで優ポイントを付けるようにしている (図4)。



図3. カードサイズ携帯型 PC

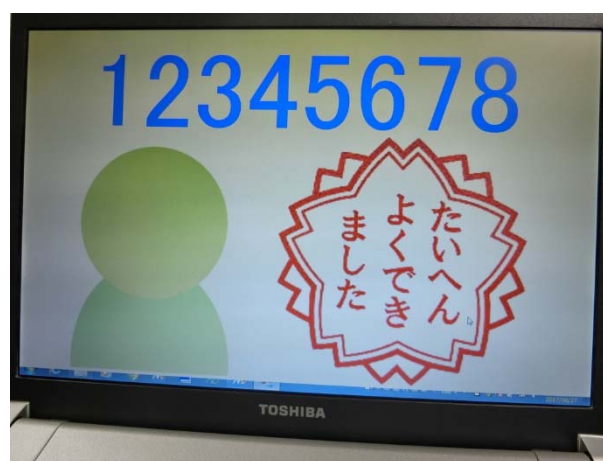


図4. 優ポイント時の画面表示例

4. スマートフォン・タブレット端末との連携

IC カード読取結果を PC 画面や大型のモニタ・プロジェクタ画面に表示するだけでは、画面表示がすぐに更新されてしまうため、見逃したりするなどで不安に思う学生も多い。初期のシステムでは実験的に読取結果を当該学生宛にメール送信する仕組みを構築していたが、メール着信・内容確認までのタイムラグが長く、特にスマートフォンにおいては使い勝手がよくなかった。そこで、スマートフォンを利用するほとんどの学生が利用する、LINE、Twitter、Facebook などの SNS を経由して IC カード読取結果 (2 行程度) を通知する方法を試みることにした。この方法であれば、当該学生はスマートフォンの電源を入れるだけで、ロック解除のための認証や、SNS アプリを開くことなくロック画面のまま通知内容が画面に表示されるので非常に効率的である (現在は、メールでも Gmail などでも可能)。これを実現する仕組みが Web API (Application Programming Interface) である。これは複数システム間の橋渡しをするものであり、あるシステムから別のシステムへ JSON (JavaScript Object Notation) などの定められた形式に従ったデータを渡せるようになっている。前述の SNS サービスを提供している企業の一部は、このような仕組みを公開してお

り、プログラム側でこれを利用することで SNS の様々なサービスを受けることができる。Web API では主にインターネット (TCP/IP) 上の HTTP や HTTPS プロトコルを使用して通信を行なう。今回は、LINE と Twitter、Facebook について実装することを試みた。本稿では LINE と Twitter について紹介するが、Facebook においても同様である。

4.1. LINE

Web サービスから LINE 経由で通知を送信するサービスに、LINE Notify[8]があり、これを利用することで実現した (図 5)。IC カードから読み取ったデータをサーバ側でファイルに記録するとともに LINE Notify が提供している Web API[9]を呼び出している。なお、API の 1 回当たり最大送信数は 1,000 通/分となっている。学生側は自分のスマートフォンの LINE アプリにおいて自分のトークルームにこの Web API が使用する公式アカウント LINE Notify を招待しておけば自分のスマートフォン画面に表示させたり、通知 (あらかじめ、スマートフォン側の通知設定において、当該アプリを許可に設定しておく) させたりすることができる。これにより、自分の出席状況やボーナスポイントの確認ができる。また、画像ファイルを指定しての送信も可能である。スタンプについては、LINE が無料で提供しているスタンプのみではあるが、スタンプグループ ID とスタンプ ID を指定することで送信可能である[10]。

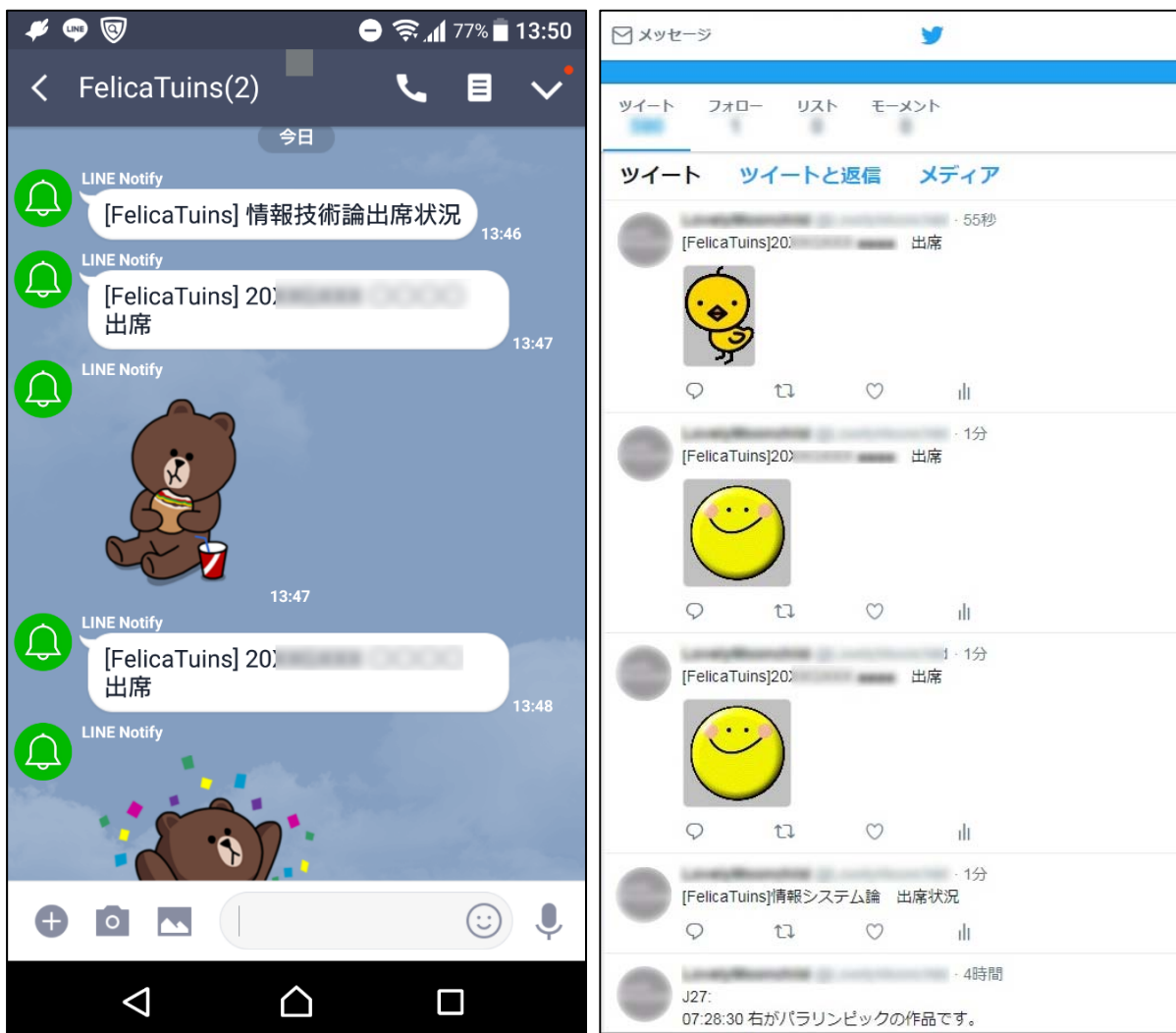


図 5. スマートフォンとの連携の例 (左: LINE アプリの画面、右: ブラウザの Twitter 画面)

4.2. Twitter

ある Web サービスから Twitter にツイートを送信するには、IFTTT (イフト) [11]が提供している「レシピ」と呼ばれるプロフィールを使うのが簡便な方法である。IFTTT ではさまざまな Web サービス (Facebook、Evernote、Weather、Dropbox など) 同士を連携することができるレシピを提供している (1 日あたりの送信数が最大 100 通の制限がつくこともある)。Twitter については、送信数の制限がある IFTTT を使用せず、Perl 言語プログラムのライブラリを組み合わせることで実現した (図 5)。文字列だけでなく、画像もツイートとして送信可能である。Twitter の場合も LINE の場合と同様、IC カードから読み取ったデータをサーバプログラム側でファイルに記録するとともに Twitter にツイートするための Web API[12]を呼び出している。学生側は自分のスマートフォンの Twitter アプリにおいて、フォロー設定しておけば自分のスマートフォンに表示することができる。その場合は他の学生の出席状況も見るできるので、これを避けたい場合は、セキュリティの問題はあるが、あらかじめアクセストークンと呼ばれるキー文字列を学生から得ておくことでその学生の Twitter に直接ツイートすることができる。

5. まとめ

学生証 IC カードを利用した授業支援について解説した。現在、一部の授業科目で活用されている。今後は、要望に応じてあるいは本人確認の厳密化のために学生の顔写真を表示するなど、より利便性・正確性を高める方法や、スマートフォンやタブレット端末をさらに活用していく方法などを検討していく。

参考文献

- [1] SONY 非接触 IC カード技術“FeliCa” : <http://www.sony.co.jp/Products/felica/>
- [2] 高尾哲康、学生証 IC カードを活用した授業支援、K-020、FIT2017、(2017)
- [3] 『NFC Hacks - プロが教えるテクニック&ツール』, 株式会社ブリリアントサービス, オンラインジャパン、ISBN 978-4-87311-624-2、pp.11-19、(2013)
- [4] 市村 匠、鎌田 真、NFC(Near Field Communication)を用いた Android スマートフォンによる授業出席管理システムの開発、第 28 回ファジィシステムシンポジウム講演論文集、(2012)
- [5] CampusPlan : <https://www.systemd.co.jp/solution/solution-1/campusplan/>
- [6] Raspberry Pi : <https://www.raspberrypi.org/>
- [7] Mocreio : <http://mocreio.com/>
- [8] LINE Notify : <https://notify-bot.line.me/ja>
- [9] LINE API : <https://developers.line.me/ja>
- [10] LINE スタンプ : https://devdocs.line.me/files/sticker_list.pdf
- [11] IFTTT(If This Then That) : <https://ifttt.com/>
- [12] Twitter API : <https://developer.twitter.com/en/docs>