

Android タブレットを用いた FCF キャンパスカード対応 IC カード リーダのオープンな実装と LMS 連携による出席管理の実現

Open implementation of FCF campus-card reader for attendance checking and integration with LMS

永井孝幸 †, 松葉龍一 ‡, 久保田真一郎 ††, 喜多敏博 ‡, 北村士朗 ††, 右田雅裕 †, 武藏泰雄 †,
杉谷賢一 †, 戸田真志 †, 中野裕司 †

Takayuki NAGAI†, Ryuichi MATSUBA‡, Shinichirou KUBOTA††, Toshihiro KITA‡, Shirou KITAMURA††,
Yasuhiro MIGITA†, Yasuo MUSASHI†, Kenichi SUGITANI†, Masashi TODA†, Hiroshi NAKANO†

tnagai@cc.kumamoto-u.ac.jp

熊本大学総合情報基盤センター †, 熊本大学 e ラーニング推進センター ‡
熊本大学大学院社会文化科学研究科 ††, 宮崎大学工学部 ‡
Center for Multimedia and Information Technologies, Kumamoto University†
Institute for e-Learning Development, Kumamoto University‡
Graduate school of Instructional systems, Kumamoto University††
Faculty of Engineering, University of Miyazaki‡†

概要

熊本大学の全学対象情報教育科目「情報基礎」では、出席確認のため学生自身が LMS 上で出席登録を行う方式を採用している。しかしながら、演習室端末本体のトラブルや Web ブラウザの動作不良のために受付終了時間までに出席登録が完了しないケースがあるだけでなく、演習に集中していたために出席登録を忘れてしまったという学生の声が毎学期寄せられていた。その一方、情報セキュリティ向上の一環として 2012 年度より学生証が磁気カードから IC カード (FCF キャンパスカード) に切り替えられることになった。

これを機に市販の IC カードリーダと Android タブレット端末を組み合わせた出席登録用 IC カードリーダの実現可能性を検討した結果、普及価格帯の市販製品とオープン技術の組み合わせによる IC カードリーダの実装に成功した。本論文では市販機材を用いた IC カードリーダの実現方法、LMS との連携による出席管理の実現方法、情報教育科目における IC カードリーダの運用結果について述べる。

キーワード

FCF キャンパスカード, Android, 出席管理, LMS 連携

1 はじめに

熊本大学の全学対象情報教育科目「情報基礎 A」「情報基礎 B」では、出席確認のため学生自身が LMS (Learning Management System) 上で出席登録を

行う方式を採用している。しかしながら、演習室端末本体のトラブルや Web ブラウザの動作不良のために受付終了時間までに出席登録が完了しないケースがあるだけでなく、演習に集中していたために出席登録を忘れてしまったという学生の声が毎学期寄せられていた。より

効果的で使いやすい出席管理を目指して情報教育科目では端末ログイン履歴やLMSを用いた出席管理の取り組み [1] を以前から行ってきたが、情報教育科目に限らず、成績評価の厳格化¹に伴って公平、確実かつ簡便な出席確認手段へのニーズが高まっている。

また大規模データ分析技術の進展とともに、科目の出席確認を超えて出席履歴を有効活用しようとする動きが始まっている。例えば信州大学ではICカードリーダーによる出席ログを学生のメンタルヘルスサポートに活用する試みが行われている [2]。名古屋工業大学では学内の58教室に124台のICカードリーダーを設置し、リーダーから得られた打刻情報を元に修学傾向の分析や不登校学生の早期発見、緊急時の在室状況把握に役立てている [3, 4]。このように大学をとりまく環境が変化中、単なる成績管理の省力化手段としてのツールではなく、大学における教育改善・組織運営の基本ツールとしての出席管理インフラの整備が求められつつある。

学生個人にノートPCを携帯することを義務づける「必携ノートPC方式」を採用している大学ではログイン履歴やLMSを用いた出席管理が広範に利用可能であるが、そのような大学を除くと、大半の講義室は依然として一人一台PC端末を利用できない環境である。スマートフォンやタブレットの普及に伴い、全学生が常に何らかの情報端末を持ち歩いている状況になりつつあるが、それらを出席登録手段として広範に用いるには無線LANの整備、携帯キャリア毎の電波状況の違い、一斉利用に耐える出席登録サーバの構築、携帯情報端末の電池切れ・動作不良への対策といった課題を解決する必要がある。

したがって現状では、学内で幅広く効率よく出席登録を行う簡便な方法として、学生に事前に配布したタグ(ICタグ、バーコード、QRコード等)やカード(磁気カード、ICカード等)を読みとる方式が有力な候補と考えられる。この方式ではタグおよびカードの作成・登録・配布の手間がかかる半面、リーダーさえあれば場所を問わずに利用できるというメリットがある。

熊本大学では全学情報基盤整備の一環として2012年度より学生証のICカードへの切替を実施した。今回導入したICカードはIC学生証の代表的な規格であるFCFキャンパスカードフォーマット [5] に準じており、入退室管理・出席管理等の用途を想定して学生番号が始めからカードに記載されている。さらにFeliCa²対応リーダーを備えた機器であればカード情報を読むことが可能である。

そこでこれを機会に市販のICカードリーダー(PaSoRi³)とAndroidタブレット端末を組み合わせた出席登録用ICカードリーダーの実現可能性を検討し、普及価格帯の市販製品とオープン技術の組み合わせによるリーダーの実装に成功した。更にこのリーダーとペアになるデータアップロード端末・LMS連携サーバを開発し、LMS(Blackboard CE8)と連携させることで複数教員担当科目における出席管理を実現した。

本論文の構成は次のとおりである。2節で市販機材を用いたICカードリーダーの実現方法について述べ、3節でLMSとの連携方法について述べる。4節で複数教員担当科目(情報教育科目)におけるカードリーダーの運用結果について述べ、5節で考察を行う。

2 オープンな技術によるFCF対応ICカードリーダーの開発

FCFキャンパスフォーマット [5] 対応のICカードリーダーは多数市販されているが、低価格なリーダーはFCF情報の読取りに特化しておりバックエンドシステムとの連携ができない。一方でカスタマイズに対応した高価格帯のリーダーの場合は費用の面から導入台数が限定されるという問題がある。

ノートPCとPaSoRiリーダーを組み合わせてICカードリーダーを自作することは以前から行われてきた [6, 7] が、ノートPCの代わりに近年低価格化・高機能化の進んだAndroidタブレットを用いることで、タッチ操作が可能で携帯性がよくカスタマイズの容易なリーダーを実現できると考えられる。またタブレットの普及が進んでいることから、学内で既に所有済みのタブレットを転用することで導入コストを抑えることも期待できる。

本節ではUSBホスト機能を備えたAndroidタブレットとPaSoRiリーダーを組み合わせ、FCFキャンパスフォーマット対応ICカードリーダーを実現する方法について述べる⁴。文献 [8] で発表したICカードリーダーを元に、LMS連携のための改良を加えたものである。

2.1 リーダーの想定利用環境

学生は全員ICカード学生証(FCFキャンパスカード)を持っているが、教員はICカードを持っていないものとする。これは本稿執筆時点(2013年5月)で教職員証のICカード化が進んでいないためである⁵。

¹「学生は、履修した授業科目についてのみ受験することができる。ただし、履修授業科目の全授業時数の3分の2以上出席しなければ、当該授業科目を履修したものと認められず、受験することができない。」(熊本大学教養教育履修規則第3章学力認定等第13条)

²「FeliCa」は、ソニー株式会社の登録商標である。

³「PaSoRi (パソリ)」はソニー株式会社の登録商標である。

⁴今回の実装は入手が容易なソニー製リーダーを用いているが、libnfc 等他のオープンソースソフトウェアが対応しているリーダーであればアプリの改修により対応が可能である

⁵2013年度中に教職員証もICカード化される予定である。



図- 1: 製作した固定具により外付けリーダーを保持

場所を問わずに使用できるようにリーダーの常時ネットワーク接続は前提としない。熊本大学では Web 認証方式の全学無線 LAN が整備されているが、タブレット上で認証操作を毎回行うのは煩雑であること、パスワード等の識別情報をタブレットに保存しておくのはセキュリティ上問題となること、認証サーバのトラブルにより無線 LAN に接続できないケースがあること、また場所により無線 LAN の接続が不安定なこと、がこの判断の理由である。

出席登録を行う時はタブレット本体と PaSoRi リーダーを講義室まで持ち運ぶ利用形態を前提とする。利用形態としては (1) 机上に設置する方式、(2) 教員自身がリーダーを持って巡回する方式、(3) リーダー本体を巡回する方式を想定する。

IC カード読み取り記録はタブレット本体に CSV 形式のファイルとして蓄積する。出席ログは事後に手動操作で取り出すものとし、ホスト PC からの読出し、Bluetooth 経由でのアップロード、電子メールでの送信に対応する。

2.2 IC カードリーダー実装方法

市販の Android 機器を用いて安価に IC カードリーダーを実現する方法として、NFC 機能搭載のスマートフォンやタブレットを使って IC カードを読みとる方法が考えられる。しかし、ほとんどの市販機器では IC カード読み取り部が機器の背面に固定されているため、出席確認のように大勢が IC カードを次々とかがすという場面には適さない。そこで USB ホスト機能に対応した Android 3.1 以降のタブレットに外付けの PaSoRi リーダーを接続し、機器前面での読み取りを可能とした (図 1)。出席登録時に本体を巡回させる利用形態では外付けリーダーを安定して保持する必要があるため、低価格 3D プリンタを用いてリーダー固定具を製作した。

IC カード読み取りアプリケーションの開発にあたっては、幅広い機種で利用できるように Android 標準の USB Host API を通じて PaSoRi リーダーの制御、FeliCa コマ



図- 2: 出席設定画面で場所・教員・受付時間を設定

ンドの処理を行う実装とした。このため、Android カーネルのカスタマイズや root 権限取得といった特殊な設定作業は不要である。PaSoRi との通信処理、FeliCa コマンドの処理については libpafe [9] のソースコードおよび「FeliCa カードユーザーズマニュアル [10]」を参考に独自に開発を行った。

複数の Android タブレット (GalaxyNoteSC-05D, Nexus 7, ICONIA A500) と USB スティック型リーダー (RC-S360)、卓上設置型リーダー (RC-S370) の組み合わせでの動作を確認している。

2.3 IC カードリーダー主要機能

本節では開発した IC カード読み取りアプリケーションの主要機能について述べる。

- 出席受け設定機能

通常、授業には遅刻限度時間が定められており、卓上に設置したリーダーで出席を受け付ける場合には指定時刻で出席登録を閉めきる機能が必要になる。そこで、出席登録時間帯だけ出席登録を受け付けるように受付開始時間と受付期間を指定する機能を設けた (図 2)。出席ログと該当科目の対応付けのために、出席登録を行った講義室と担当教員も登録できるようになっている。

- IC カード情報読み取り機能

PaSoRi リーダーに FCF キャンパスカードをかざすと学生番号と氏名を読み取り画面に表示するとともに (図 3)、打刻情報を本体に記録する。読みとった FCF キャンパスカードの情報のうち、学生番号・氏名などの基本情報を読みとり時刻とともに CSV 形式で本体内のファイルに保存する。

ホスト PC へのログの取り込みが容易になるよう 1 つのファイルに全ての読み取り記録を保存するようにしているが、出席情報集計時に出席登録の区切りが分かりやすくなるよう受付開始時にセッション



図- 3: カード読取り時に学生番号・氏名を表示

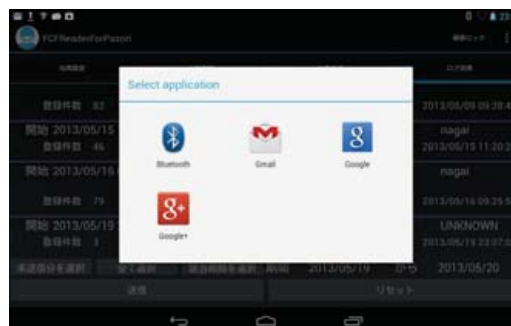


図- 5: 出席ログ送信用アプリ選択画面



図- 4: 出席ログ送信画面

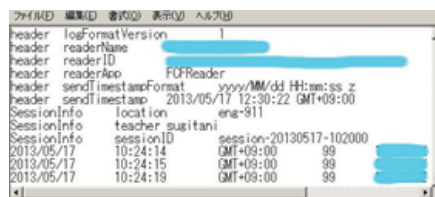


図- 6: セッション情報・端末識別キーと合わせてログを送信

ID を生成し、セッション ID とともにログを保存している (図 6)。

● 画面ロック機能

Android タブレットを机上に設置する利用形態、あるいはタブレット本体を巡回させる利用形態では、不意あるいは故意に出席受け設定を変更したり IC カード読取り記録を閲覧したりしないように画面操作を制限する必要がある。そこで画面のロック機能を実装し、ロック解除用の暗証番号を入力するまでは出席登録画面から他の画面に移動できないようにしている。

● 出席ログ送信機能

ホスト PC に接続せずにタブレット単体で出席ログを外部に取り出せるよう、出席ログ送信機能を実装した。本体に蓄積された CSV 形式のログはセッション ID にもとづいて分割され、選択したセッションの情報を外部に送信することができる (図 4)。この際、出席ログの内容が第三者の目に触れないよう、AES 暗号により暗号化された状態で送信される。

送信処理自体は Android プログラミングの一般的な技法である「インテントを用いた外部アプリケーション連携」によって実現しており、データ送信時にユーザが明示的に送信用アプリケーションを選択する。例えば Bluetooth 経由で送信したい場合

は Bluetooth を選択し、電子メールで送信したい場合はメーラー (Gmail 等) を選択する (図 5)。

● 端末識別用乱数キー生成機能

どのタブレット端末から送信されたログか判別できるように、IC カードリーダーのインストール時にリーダー識別用の乱数キーを生成し、出席ログ送信の際にログのヘッダ部分にキーを埋め込むようにしている (図 6)。このキーはアプリケーションの操作画面からは閲覧できず、また、ログ送信時は AES で暗号化されるため一般ユーザーの目に触れることはない⁶。

3 LMS 連携による出席管理の実現

2 節で述べたように今回開発した IC カードリーダーでは出席ログが CSV 形式で保存されるため、教員 1 名が週に一コマだけ出席登録を行うようなケースであれば手動で出席ログを LMS に登録したり、表計算ソフトで集計することで出席管理が可能である。しかし、一日に何コマも出席登録を行ったり、複数教員で担当する大規模クラスで出席管理を行う場合はデータ登録や集計作業の負担を減らすために何らかの出席集計システムとの連携が不可欠となる。

この節では LMS 連携による出席管理の実現方法について述べる。

⁶図 6 の例は通常暗号化されているデータを説明用に復号して示したものである。

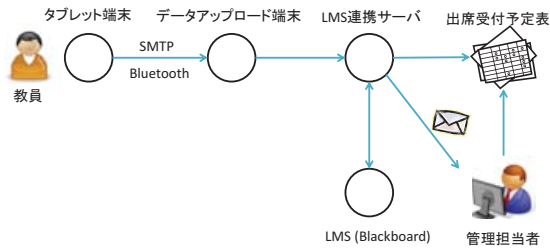


図- 7: 今回構築した出席管理システムの構成

情報基礎Aスケジュール2013 ☆

ファイル 編集 表示 挿入 表示形式 データ ツール ヘルプ 変更内容をすべてドライブに保存しました

f ₁	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	曜日	時間	lectureName	ymd	hms	duration	classID	location	teacher	columnID
2	金	2	情報基礎A	2013/04/12	10:20:00	90	2013-58-01425	eng-911	sugitani	attend01
3	金	2	情報基礎A	2013/04/19	10:20:00	90	2013-58-01425	eng-911	sugitani	attend02
4	金	2	情報基礎A	2013/04/26	10:20:00	90	2013-58-01425	eng-911	sugitani	attend03
5	金	2	情報基礎A	2013/05/10	10:20:00	90	2013-58-01425	eng-911	sugitani	attend04
6	金	2	情報基礎A	2013/05/17	10:20:00	90	2013-58-01425	eng-911	sugitani	attend05
7	金	2	情報基礎A	2013/05/24	10:20:00	90	2013-58-01425	eng-911	sugitani	attend06

図- 8: Google ドライブで出席受付スケジュールを管理

3.1 システム全体構成

LMS と連携した出席管理を実現するために、データアップロード端末と LMS 連携サーバからなるシステムを構築した (図 7)。

データアップロード端末は事務室などの窓口に設置され、Bluetooth、あるいは SMTP 経由で暗号化された出席ログを受取る。出席ログはアップロード端末内に登録された秘密鍵を用いて復号され、LMS 連携サーバに転送される。

Bluetooth による出席ログの受け渡しは窓口のその場まで来る必要がある代わりに操作が簡便であり、データアップロード端末が健在であれば機能するため信頼性が高い。SMTP 経由でのログの受け渡しはモバイルルータを所持する教員が出席受付後にその場でデータを送信することを想定している。すぐにデータ送信が行える半面、メールサーバを介することによる遅延やメール誤送信・未達のリスクがある。

LMS 連携サーバはデータアップロード端末からのデータを受け付け、出席を受け付けた講義室と打刻時刻をもとに出席受付スケジュールとの照合を行った後に LMS 上の該当科目の出席表を更新する。LMS とは Web サービス API を経由して通信し⁷、登録結果を運営管理用メーリングリストに送付する。

出席受付スケジュールには各クラスの開講日・開講時刻・科目コード・出席表の対応する項目が記載されており、Web ブラウザを通じて対話的に編集される (図 8)。現在は Google ドライブ上のスプレッドシートを利用しており、LMS 連携サーバから定期的に取り出される。

運営管理担当者はメーリングリストに送付された登録結果を確認し、出席受け付け時の講義室情報設定ミスや



図- 9: 暗号化された状態のログ

科目開講スケジュールに該当しないため登録失敗になったデータがあった場合の対応を行う。講義終了直後に追加で出席登録を行った等、正規の出席登録として扱うことが妥当であると確認できた場合は出席受付スケジュールに例外エントリを加筆し、出席データが受けられるようにする。

3.2 情報セキュリティ対策

3.2.1 データ流出の防止策

データアップロードによる LMS 連携を運用するにあたり、データ送信先を間違えることによるデータ流出が心配される。そこでデータ送信時には出席ログを AES 暗号で暗号化する実装とした。ただし AES 暗号そのものは共通鍵暗号であり、IC カード読取りソフトに共通鍵を埋め込んでしまえばセキュリティ上の意味が無いため、暗号化通信で一般に用いられるように RSA 暗号と AES 暗号を組み合わせている。

具体的には、RSA 暗号に用いる鍵ペア k_{pub} と k_{priv} を作成しておき、IC カード読取りソフトに公開鍵 k_{pub} を、データアップロード端末には秘密鍵 k_{priv} をそれぞれ登録しておく。

IC カード読取りソフト側ではデータアップロード時に毎回 AES 用の共通鍵 k_{rnd} をランダムに生成し、アップロードする出席ログ L を共通鍵 k_{rnd} を用いて暗号化したメッセージ $M(L, k_{rnd})$ を生成する。これに加えて共通鍵 k_{rnd} を公開鍵 k_{pub} で暗号化したメッセージ $M(k_{rnd}, k_{pub})$ を生成し、データアップロード端末にはこの 2 つのメッセージ $M(k_{rnd}, k_{pub}), M(L, k_{rnd})$ をつないで送信する (図 9)。

データアップロード端末は秘密鍵 k_{priv} を用いてメッセージ $M(k_{rnd}, k_{pub})$ から共通鍵 k_{rnd} を復号し、メッセージ $M(L, k_{rnd})$ から出席ログ L を復号する。

3.2.2 データ不正アップロードの防止策

今回開発した IC カードリーダーは市販機材を用いて安価に実現できるため、悪意を持ったユーザーが IC カード

⁷ 今回の実装では WebCT の Gradebook API を利用した

ドリーダーを自作し、不正にデータのアップロードを試みることが考えられる。そこで正規タブレット端末の乱数キーを事前に LMS 連携サーバに登録しておき、受信ログに含まれる乱数キーと照合することで登録済みタブレット端末からのみデータを受付けるようにしている。

モバイルルータとの組み合わせによる SMTP 経由でのデータアップロードを受付ける場合は、事実上学外の任意の IP アドレスからのメール送信を受付けることになる。乱数キーによる端末識別だけでは対策が不十分と考える場合は、SMTP 経由でのデータ受けそのものを停止し、Bluetooth 経由での送信のみを受付けるようにデータアップロード端末を設定する。

データアップロード端末で Bluetooth 経由でのアップロードのみ受け付ける運用を行う場合は事前にタブレットとのペアリング作業が必須となるため、不正端末からのデータアップロードを防止する効果がある。仮にペアリング済みのリーダーが盗難にあった場合は、データアップロード端末側でペアリングを解除するか LMS 連携サーバで該当タブレットの乱数キーを無効にすることで対応が可能である。

4 全学情報教育科目での運用結果

本節では開発した IC カードリーダーおよび出席管理システムを 2013 年度前期の情報教育科目で運用した結果について述べる。

熊本大学の情報教育科目「情報基礎 A」は全学科 1 年生対象の必修科目であり、PC 演習室で LMS 上のオンライン教材を見ながら各自で演習を進めるという形態を取っている。2013 年度前期の履修学生は 1,823 名おり、7 箇所の PC 演習室を使って週に 26 コマに分けて実施している。最も履修者の少ないクラスの履修者は 38 名、最も履修者の多いクラスの履修者は 101 名である。PC 演習室はカードキーで施錠されており、入室には IC 学生証が必要となっている。

担当教員は 13 名おり、出張や病気等の際に他の教員のクラスを代講するケースもある。演習中は TA が演習のサポートを行うが、クラスの規模により TA の人数は異なる。

4.1 事前準備

科目の出席登録用にタブレット (Nexus7) と PaSoRi リーダー (RC-S360) を新たに 12 セット調達し、開発した IC カードリーダー読み取りソフトと Bluetooth 経由でのファイルアップロード用クライアントとして「ES ファイルエクスプローラ」をインストールした (図 10)。費用は実勢価格で 1 セットあたり 3 万円程度である。



図- 10: 今回導入したタブレットとリーダー一式



図- 11: 事務室に設置したデータアップロード用端末

科目の出席確認に用いる前準備として、以下の作業を行った。まず IC カード読み取りソフトには情報基礎の演習を行う講義室 (7 箇所) と担当教員 (13 名) を登録し、データアップロード用端末との Bluetooth ペアリングを行った。次に、IC カード読み取りソフトのインストール時に生成された各タブレット用の乱数キーをデータアップロード用端末に登録し、(Bluetooth 又は電子メール経由で) アップロードした出席ログが受理されるようにしておく。また、データアップロードに用いる鍵ペアを作成し、秘密鍵をデータアップロード用端末、公開鍵を各タブレットにそれぞれインストールした。

授業の開始・終了前後にタブレットの受け渡しとデータの登録が行えるようタブレットの貸出窓口を総合情報基盤センター 2F 事務室に設け、事務室内にデータアップロード用端末を設置した (図 11)。学年歴にもとづいて前期分の各クラスの出席受付スケジュールを作成し、Google ドライブ上のスプレッドシートに記入しておく。

Android タブレットならびに IC カード読み取りソフトの使い方については学期当初の科目打ち合わせの際に担当教員に実際の機材を渡し、30 分程度の説明を行った。

4.2 出席登録方法

各教員は演習に先立って総合情報基盤センターの事務室まで自分用のタブレットを受け取りに行き、演習開始後 IC カードリーダー読み取りソフトを起動する。教員 (または TA) はタブレットを持って演習室を巡回し、学生証の読み取りを行う。演習終了後、教員はタブレットを事務室に返却するとともに、事務室に設置されたデータアップロード端末に Bluetooth 経由で出席ログを送信する。なお、一部の教員は電子メールによる出席ログ送信も試用している。

履修者名簿が確定し学生が LMS の使い方を習得した第三週目以降の演習では、昨年度までの演習と同様に演

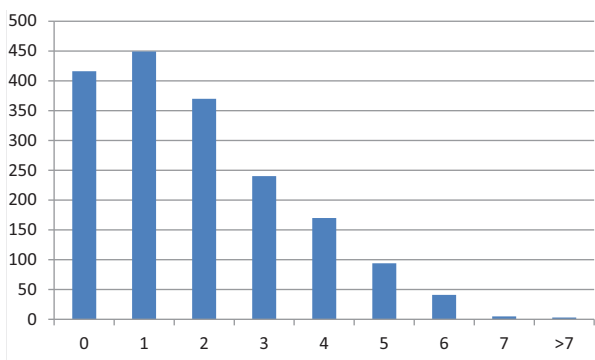


図- 12: 先頭打刻時刻を起点とした打刻時間 (分) の分布

習開始後 20 分以内に LMS 上で出席登録操作を行うように学生に指示しており、学生証と LMS の両方で出席登録を行っている。

4.3 出席登録結果

教員・学生ともに IC カードリーダーに慣れた時点での出席登録状況を見るため、第五週の演習における IC カード打刻時間の分布を図 12 に示す。ここでグラフの横軸は各クラスの最初の打刻時刻を起点とした経過時間 (分) としている。現在は履修者が 100 名いるクラスでもリーダーを 1 台しか用いていないが、7 分あれば出席登録を終えられることが分かる。

情報基礎 A 第一週から第五週までの LMS による出席登録と学生証による出席登録の件数を示したのが表 1 である。全体の傾向として IC カードの出席登録件数が週が進むにつれ減っており、LMS による登録件数も同様の傾向にある。「片方だけ登録」した件数を実際に当日その場にいた学生の数と見なすと、毎週 2% 程度の学生が学生証を携帯していないことになる。また、毎週 1 ~ 2% の学生がその場にいるにも関わらず LMS による出席登録ができていないことも分かる。これは毎週各クラスで数名出席登録ができなかったことを報告する学生がいるという経験とよく一致する。

表 1 の「LMS 出席登録」と「片方だけ登録」の件数を比較すると、LMS 単独ではなく学生証と LMS の両方を出席登録に用いることで、PC 演習室であっても出席の捕捉率を更に 1% 程度改善できることが分かる。また、「片方だけ登録」した件数と「両方とも登録」した件数には 50 ~ 60 件程度の開きがあり、LMS と IC カード両方での出席登録を学生に義務づけるのは過大な要求と言える。

表- 1: 第五週までの出席登録状況

	第1週	第2週	第3週	第4週	第5週
ICカード出席登録(A)	1768	1755	1746	1728	1715
LMS出席登録(B)	-	-	1749	1740	1729
両方とも登録(C)	-	-	1722	1713	1693
片方だけ登録(D)	1768	1755	1773	1755	1751
ICカード登録抜け(D-A)	-	-	27	27	36
LMS登録抜け(D-B)	-	-	24	15	22

5 考察

5.1 LMS 上での出席登録方式との比較

出席の捕捉率の観点から LMS による出席登録と IC カードによる出席登録を比較すると、4.3 節で見たように IC カードを携帯していない学生の割合と LMS での出席登録に失敗する学生の割合は同程度であり、この点ではどちらの方式を用いても大差はないと言える。ただし件数としては LMS の出席登録に失敗する学生よりも IC カードを携帯していない学生のほうがやや多いため (表 1)、IC カードによる出席登録は LMS による出席登録に替わるものとは言えない。LMS による出席登録と IC カードによる出席登録を併用することで出席の捕捉率を 1% 程度改善できたことから、情報教育科目のように LMS が利用できる環境では IC カードによる出席登録を「LMS での出席登録忘れ」への対策として補完的に用いるのが適切と考えられる。

ただし捕捉率向上の費用対効果を考えると特定科目の出席登録状況を改善するためだけに大量の IC カードを導入するのは得策ではない。全学的に一斉導入するなどして IC カードの調達コストを抑えるか、LMS の出席登録忘れをしないように学生に促すほうがよい。

IC カードによる出席登録は LMS が利用できない環境に適用できることが最大のメリットであるが、LMS による出席登録と異なり学生が IC カードを所持していることが大前提となる。入室に学生証が必要な科目であるにも関わらず入学して二か月経っていない 1 年生の約 2% がすでに学生証を所持していないことを考えると、一部の科目だけで先行的に IC カードリーダーによる出席を取り入れることは難しいと予想される。IC カードによる出席の捕捉率を担保するには学生証以外での出席登録は認めない等、ある程度強制力を持ったルール作りが必要である。

出席登録インフラとしての信頼性の観点からは、固定 PC 端末と全学 LMS を用いた出席登録方式には長期の運用実績があり、端末自体の障害や稀に発生する LMS 本体の障害やネットワーク障害があるものの、システム更新時の過渡期を除いて実用上問題ない水準で安定動作している。IC カードリーダーの出席登録インフラとしての信頼性について短期間の運用結果から結論することはできないが、情報教育科目における延べ 130 コ

マの実地運用において問題なく出席登録が行えていることから、タブレット機材の故障や破損、Android 自体ならびに読取りアプリの不具合が日常的に発生するものではないと言える。ただしタブレットの機種による信頼性・耐久性の違いや操作の慣れから起きるミスなども想定されるため、より広範囲で長期にわたる運用実績を積み重ねることが必要である。

5.2 先行事例との比較

著者らが今回実現した出席管理方式は「学生が所有する IC カードを可搬型リーダーで読みとり、出席ログを LMS に登録する」という方式であり、この枠組みでの先行事例は多数存在する。この節では代表的な先行事例を紹介し、最後に著者らの手法の特徴について述べる。

1. 茨城大学 (2006)、東京情報大学 (2008) の事例

茨城大学では 2005 年の時点で先駆的に学生証・職員証の IC カード化を実現しており、IT 基盤センターでは 2006 年に学生証 IC カードを利用した出席調査ソフト「IC カードで出席調査」の開発を行っている [6]。このソフトは Windows ノートパソコンに PaSoRi リーダをつないだ状態で利用され、読みとった学生番号・氏名をパソコン内に蓄積し出席一覧表を作成することができる。

東京情報大学でも 2008 年の時点で同様の構成でリーダーを開発し、汎用の FeliCa タグを用いた出席管理を行っている [7]。

これらの事例では出席ログはスタンドアロンで利用することが想定されており、LMS 等のバックエンドとの連携は行われていない。

2. 東京大学の事例 (2006)

LMS と IC カードリーダーを連携させた事例としては東京大学の事例が挙げられる。東京大学では情報基盤センターと日本ユニシス・ソリューションが共同開発した「CFIVE」が LMS として用いられており、IC カード身分証を用いた CFIVE 用出欠管理システムの開発をハンディターミナルのベンダーである DENSO と共同で行っている [11]。

CFIVE 本体はオープンソースとして公開されているが、ハンディターミナルには高価な市販製品⁸が用いられており導入の敷居が高い。「CFIVE 利用の手引き」[12]によるとハンディターミナルは 2012 年 3 月に廃止され、以降は IC カードリーダーをつないだ PC でカードを読みとる方式に変わっている。但し、システム全体が UTCard と呼ばれる東

⁸文献 [11] 中の画像によると BHT103BIC シリーズが使われているものと思われる。実売価格 30 万円程度。

京大学用の IC カード身分証 (TypeB の非接触 IC カード) に合わせて開発されており、IC カードに格納された「共通 ID」と呼ばれるコードを読みとった後、IC カードデータベースと照合して学生番号に変換するようになっている。このため、他大学で利用するには IC カード規格・附番体系の違いを吸収するようにシステムを改修する必要がある。

3. 徳島大学の事例 (2009)

システムの導入費用を抑えるためにハードウェアを内製した事例として徳島大学の事例が挙げられる。徳島大学では MIFARE 規格の IC カードを学生証に採用し、講義室設置用 IC カードリーダー・データ中継装置をハードウェアのレベルから技術職員の手で開発している [13]。学内で 15 台のリーダーが運用されており、出席ログはデータ中継装置を介して出席情報管理サーバーへ登録され、教員は担当科目の出席状況を Web 画面で確認できるようになっている。

費用の削減効果については「本出席管理システムでは、徳島大学内で開発した IC カードリーダー等を使用したため安価に実現できた。[13]」との記述があるのみで実際にかかった費用は明らかにされていない。ハードウェアの内製により導入コストを抑えることは不可能では無いが、学内に豊富な技術職員を抱えた組織にのみ可能な手法である。また、量産ラインを持たない内製のハードウェアの場合は大量に導入することが難しく、ファームウェアを含めたソフトウェアの保守も自組織で対処する必要がある。

4. 法政大学の事例 (2012)

学生証として FCF キャンパスカードを用い、LMS 連携を含めた出席管理のオープンな実装を行った事例として法政大学の事例が挙げられる [14]。法政大学の事例では LMS としてオープンソースの代表的な LMS である Sakai CLE を用い、Sakai と連携する出席者情報提示システム⁹を PHP で開発している。IC カードリーダーにはネットワーク対応の市販製品 (IC ブレインズ社製 IC メッセージャー出席ボード) が用いられ、読みとった学生 ID が随時 HTTP で出席者情報提示システムに送信されるようになっている。

FCF キャンパスカードとオープンソースソフトウェアに基づく実装であることから FCF キャンパスカードを採用している他大学での導入が可能であるが、

⁹Educational Community License, version 2.0 に基づくオープンソースソフトウェアとして <http://www.yujitokiwa.jp/top/sakai/active-learning-tool/specification> で公開されている。

使用されている IC カードリーダーが実売 15 万円程度と高価であり、また、文献 [14] 内で「執筆時において製品の継続性が確実でないため新たな専用リーダを探さなければならない」と述べられているように、現時点 (2013 年 5 月) では該当リーダーの入手が困難になっている。代替となる市販製品がないため、システムを利用するには同等機能を持ったリーダーを開発する必要がある。

これら先行事例と著者らの手法の違いは第一に、普及価格帯の Android タブレットと市販機材を用いて携帯性の高い FCF 対応 IC カードリーダーのオープンな実装を実現したことで特定メーカーの製品に依存することがなく、他大学でも導入が容易なことである。Android アプリを改修することで、他の NFC 規格準拠の IC カードにも対応が可能である。

次に、カードリーダーはオフライン環境での利用を前提とし、出席ログを事後にデータアップロード端末に送信する方式で LMS 連携を実現したことである。この方式では出席ログと科目の対応付けをいかに実現するかが運用上の鍵となるが、打刻時刻・打刻場所の情報と講義スケジュールを照合することでこの問題を解決し、代講等の例外処理を含む 10 名以上の教員で運営される全学対象大規模科目で運用が可能であることを実証した。

また Android タブレットの高性能化の結果としてデータ送信時にその場でデータの暗号化を行うことが可能となり、データ送信時のセキュリティも確保している。

5.3 全学導入時の課題

今回開発した方式で IC カードリーダーを全学的に利用する場合、タブレットの初期設定ならびに出席受け付け時の設定方法については改良が必要と考えられる。現在の実装では出席受け付け時に担当教員と講義室を選択するようにしているが、全学的に利用する場合は数千名の教員、数百箇所の講義室が該当するため事前にタブレットに登録しておいた一覧表から選択する方式は現実的でない。何らかの識別コードを入力する方式も誤入力の発生が無視できない。原理的に入力誤りが起きないように、教員情報は IC カード化した教職員証を読む方式とし、講義室情報についても前もって教卓などに貼付しておいたタグ (IC タグ、QR コードなど) を読み取る方式に変えることが考えられる。

また、情報教育科目での運用期間中にカードリーダー本体の故障は起きていないが、全学的に導入する場合はリーダー本体のハード的な故障・破損が起きることを想定しておく必要がある。タブレットの機能喪失により出席登録自体が行えなかった場合は、その場で出席カードを配布する、携帯電話から教員のアドレスにメールを

送ってもらう、指定したオンライン掲示板に氏名を記入してもらう、といった一時的な代替手段で対応することが考えられる。

懸念されるのは出席登録終了後、データをアップロードする前の時点でリーダー内部に保存された出席ログを取り出せなくなるケースである。このような事態への対策としてはカードリーダー用タブレットとして SD カード等の外部記録メディア用リーダーを備えた機種を選定し、出席ログを外部記録メディア側に保存するよう設定しておくことが挙げられる。こうしておくことで、タブレット本体が全く動作しない状態になっても外部記録メディアから直接出席ログを取り出すことができる。

本質的な課題として、出席管理に可搬型のリーダーを用いる方式では、ソフトウェア・ハードウェアの動作に全く不具合がなかったとしても機材の紛失・盗難やログの誤消去によって出席データを失う可能性を排除できない。したがって出席データ喪失時の取り扱いについても運用ガイドラインを定めておく必要がある。

本学の場合、「出席それ自体を成績評価の対象とはしない」ことが既に全学の方針として定められており、出席情報は「全講義回数の 2/3 以上出席すること」という単位付与の前提条件としてのみ意味を持っている。そのため過去には、不可抗力 (LMS 本体の障害、ネットワーク障害、落雷による停電等) によって LMS での出席登録の実施が困難であった、あるいは出席登録結果自体が信用できないケースについては、「学生の不利益にならないように該当日を出席とみなす」という対応を行ったことがある。出席データを喪失したケースについても過去のケースと同様に学生の不利益にならないよう、「単位付与の前提条件となる講義回数に含めない」といった取り扱いをすることが考えられる。

6 まとめ

本論文では市販の Android タブレットと PaSoRi リーダーの組み合わせによる FCF キャンパスフォーマット対応の IC カードリーダーの実現方法を示し、LMS との連携により全学対象の大規模演習科目の出席管理に適用できることを示した。

また、全学一年次対象情報教育科目での IC カードリーダーの運用結果から、LMS による出席登録と併用することで出席の捕捉率を 1% 程度向上できること、入室に学生証を必要とする情報教育科目でも約 2% の学生が学生証を携帯していないことが分かった。

出席管理に LMS を用いる方式は既存の科目運営に導入しやすいが、科目をまたいだ出席状況の集計が難しいという問題がある。科目の成績管理を超えて教育改善・組織運営のツールとして活用するには専用の出席管理

システムとの連携が必要になる。LMS 連携サーバの機能を拡張することでオープンソースの出席管理システム (例えば名古屋工業大学で開発された「学生出欠管理サーバーソフト [15]」) に対応させることが今後の課題として挙げられる。

参考文献

- [1] 久保田真一郎, 杉谷賢一, 武藏泰雄, 中野裕司, 永井孝幸, 入口紀男, 右田雅裕, 喜多敏博, 松葉龍一, 辻一隆, 島本勝, 木田健, 宇佐川毅, “パソコン実習室型講義におけるプレゼンタイプ出席管理システムの構築とその評価”, 学術情報処理研究 no.13, pp.24-31, 2009.
- [2] 不破泰, “IC カードによる出席ログを用いた学生のメンタルサポートへの取り組みー信州大学アンビエントキャンパスの構築ー”, サイエнтиフィックシステム研究会, 教育環境分科会 2012 年度第 1 回会合, http://www.sskengr.jp/MAINSITE/download/newsletter/2012/20120903-edu-1/lecture-01/SSKEN_edu2012-1_fuwa_presentation.pdf, 2012.
- [3] 松尾啓志, “IC カード出欠システムを用いた不登校学生早期把握と災害時人情報把握への取り組みー名古屋工業大学における ICT による学生支援ー”, サイエнтиフィックシステム研究会, 教育環境分科会 2012 年度第 1 回会合, http://www.sskengr.jp/MAINSITE/download/newsletter/2012/20120903-edu-1/lecture-02/SSKEN_edu-2012-1_matsuo_presentation.pdf, 2012.
- [4] 伊藤宏隆, 堀江匠, 舟橋健司, 内匠逸, 松尾啓志, “出欠データと学習データを用いた学生の修学傾向分析”, 全国大会講演論文集, vol.71,no4. pp.357-385, 2009.
- [5] FCF(共通利用フォーマット)推進フォーラム, “FCF キャンパスカードとは”, <http://www.fcf.jp/whats%20fcf/whatsfcfc.html>.
- [6] 茨城大学 IT 基盤センター, “IC カードで出席調査”, <http://www.ipc.ibaraki.ac.jp/aboutus/development.php>.
- [7] 大見嘉弘, “FeliCa を用いた出席管理システムの開発と運用”, 東京情報大学研究論集, vol. 15, no. 2, pp.69-81, 2012.
- [8] 永井孝幸, “Android タブレットと PaSoRi リーダーを用いた FCF 対応 IC カードリーダーの開発”, 大学 ICT 推進協議会 2012 年度年次大会講演論文集, pp.103-109, 2012.
- [9] libpafe, <http://homepage3.nifty.com/slokar/pasori/libpafe.html>
- [10] FeliCa カードユーザーズマニュアル, <http://www.sony.co.jp/Products/felica/business/tech-support/st.usmnl.html>
- [11] 関谷貴之, 佐藤孝明, 寺脇由紀, 尾上能之, 山口和紀, “学習管理システム CFIVE の継続的な開発と運用の評価”, 情報教育シンポジウム SSS2006, pp.339-346, 2006.
- [12] 東京大学情報基盤センター情報メディア教育部門, “学習管理システム CFIVE 利用の手引き (教員用)”, http://cfive.itc.u-tokyo.ac.jp/doc/cfive_teacher.pdf.
- [13] 飯田仁, 吉永哲哉, “学生証を用いた授業出席状況管理システムの開発”, 大学教育研究ジャーナル, vol. 7, pp.131-137, 2010.
- [14] 常盤祐司, “遠隔講義における ActiveLearning 支援ツールの開発と Sakai への統合”, 法政大学情報メディア教育研究センター研究報告 vol.26, pp.97-104, 2012.
- [15] 学生出欠管理サーバーソフト, <http://webs4itc.cc.nitech.ac.jp/about/tech-info/develop.html#ICC>.