

RFID の教育的活用に関する実践研究

Practical research on educational use of RFID

伊藤 大河¹⁾・河合 麗奈²⁾・板橋 咲季³⁾

Taiga ITO・Rena KAWAI・Saki ITABASHI

概要

本研究では、RFID 技術の教育現場や実社会への応用可能性を探る取り組みを進めるべく、教育の分野での RFID のさらなる活用可能性を探求した。具体的には、RFID を活用したセルフレジをシミュレートするプログラミング教材の開発、RFID を活用したデジタルスタンプラリーシステムの開発と実証実験、RFID を活用した災害発生時における状況把握システムの試作と実証実験を実施した。その結果、RFID の教育的活用において様々な場面での新しいソリューションを提供できる可能性があることが明らかになった。一方で、各システムの導入や実運用においては、ユーザーからのフィードバックや意見を取り入れることでさらなる改善が必要であることも確認された。

キーワード：情報教育, ICT 教育, RFID, プログラミング教材, 災害対策

Abstract

This study explored the potential applications of RFID technology in educational settings and real-world scenarios. Specifically, we developed programming materials simulating a self-checkout system using RFID, created and tested a digital stamp rally system using RFID, and prototyped and tested a situation awareness system using RFID for disaster situations. The results revealed the potential of RFID to provide new solutions in various educational contexts. However, it was also confirmed that further improvements are needed in the implementation and operation of each system, incorporating feedback and opinions from users.

Keywords : information education, ICT education, RFID, Programming Materials, Disaster Response

1. はじめに

1.1 緒言

近年、様々な無線技術が活用されてきている。これらの技術は、私たちの生活をより便利で効率的なものにし、新たな可能性を切り開いてきた。スマートフォンやタブレット、ウェアラブルデバイスなど、無線技術を活用した製品は私たちの手元にあり、日常生活のあらゆる面で利用されている。

無線技術は、データを送受信する主要な方法として使われており、ケーブルなどの物理的な接続なしでデバイス同士が簡単に通信できるようにしている。スマートフォンやタブレットは無線技術の代表的な応用例

¹⁾ 共栄大学 国際経営学部

²⁾ 慶應義塾大学大学院 メディアデザイン研究科 (院生)

³⁾ デジタルハリウッド大学大学院 デジタルコンテンツ研究科 (院生)

であり、Wi-Fiやモバイルデータネットワークを利用してインターネットへのアクセス、メールのやり取り、ウェブ閲覧、音楽や映像のストリーミングなどの機能が利用可能である。さらに、ウェアラブルデバイスの普及も無線技術の進展を背景にしている。スマートウォッチやフィットネストラッカーはBluetoothを介してスマートフォンと連携し、健康やフィットネス関連のデータ収集・分析や通知表示が可能となっている。これらの技術革新は、情報アクセスの容易化、コミュニケーションの効率向上、日常生活の利便性の向上といった多岐にわたる影響をもたらしている。

現在、注目される新たな無線技術としてRFIDが挙げられる。RFID(Radio Frequency Identification: 無線周波数識別)とは、無線通信を利用して物体を識別・追跡する技術である。RFIDシステムは、タグ(データを保持する小型デバイス)とリーダー(タグからデータを読み取るデバイス)から構成される。RFIDタグは、商品、人、動物などのさまざまな物体に取り付けることができ、タグには一意の識別情報が格納されているため、リーダーがこの情報を読み取ることで、物体の識別や追跡が可能となる。

RFIDは物体識別や追跡において革新的な変化を引き起こし、多くの産業分野での採用が進められている。例えば製造業において、RFIDは製品の追跡及び管理のために使用される。製品にRFIDタグを取り付けることにより、製造ライン上の位置や状態をリアルタイムで把握することが可能である。これにより、生産効率の向上や品質管理の強化が可能となった。小売業においても、RFIDの利用が拡大している。商品にRFIDタグを取り付けることで、在庫管理や防犯対策を効率的に行うことができる。また、顧客が商品を手にとった際に情報が自動的に読み取られることから、レジにおける会計処理の迅速化も実現される。医療分野では、RFIDは患者や医療機器の追跡、薬剤の管理に活用されている。患者の腕に取り付けられたRFIDブレスレットにより、患者の身元や治療履歴の確認が簡略化される。さらに、医療機器や薬剤にRFIDタグを取り付けることにより、所在や使用履歴の一元管理が可能である。物流業界でも、RFIDは広く導入されている。荷物にRFIDタグを取り付けることで、荷物の追跡や配送状況のリアルタイム確認が可能である。これにより、配送効率の向上や紛失防止策が強化される。交通分野では、RFID技術を基盤としたソニーの非接触ICカード技術「FeliCa」¹⁾を用いたSuicaやPASMOといった交通系ICカードが広く普及している。これらのカードは、日本の鉄道やバスでの運賃支払いだけでなく、電子マネーとしても利用される。JR東日本は、Suicaの利用データを統計解析し、サービスの質向上や地域、駅、沿線の活性化を目指した取り組みを行っている²⁾。具体的な活用事例としては、鉄道や駅のサービス向上、地域活性化、地域課題解決のための分析レポート提供などがある。Suicaは、駅の改札を通過する際の利用データが記録され、このデータは運行情報提供やMaaSサービスとの連携に使用されている³⁾。このように、RFID技術は様々な産業分野に大きな影響をもたらしており、その活用範囲の拡大が期待される。

教育の分野においてもRFIDの活用例が見受けられる。例えば、学生証にRFIDタグが埋め込まれており、教員が所持しているタブレット端末や教室に備え付けられたRFIDリーダーによって出席を管理するシステムが挙げられる。また、図書館に収蔵されている図書にRFIDタグが取り付けられており、図書の追跡と管理を行っている図書館もある。この場合、図書館から書籍を借りる際に、RFIDリーダーはタグから情報を読み取り、システムはその情報を利用して貸出処理を行う。さらに、園児によってバラつきのある延長保育の記録をRFIDによって自動化するなどの事例がある⁴⁾。これらの事例からも明らかのように、RFIDは教育の様々な場面での効率的な管理や運営をサポートする可能性を持っている。しかし、これらの活用例はRFIDの潜在能力の一端に過ぎないと考えられる。

1.2 本研究の目的

無線技術は、現代社会において欠かせないものとなっており、私たちの日常生活を大いに助け、より便利で効率的なものに変えてきている。特に近年、多くの技術の中でRFIDは著しく注目されており、商業、医療、製造、物流といった様々な産業分野に大きな影響をもたらしているのは明らかである。RFIDの技術的な進化と共に、その活用範囲は日々広がりつつあり、多くの新しい可能性が期待されている。教育の分野に

目を向けると、RFID の技術はすでいくつかの場面で実用化されている。学生の出席管理を自動化したり、図書館での貸出や返却の手続きを迅速にするためのアプリケーション、さらには延長保育の子どもたちの出入りの記録など、様々なシチュエーションでその有用性が示されている。しかし、これらの例は RFID の潜在能力の一部に過ぎないと考えられる。

そこで本研究では、教育の分野での RFID のさらなる活用可能性を探求するため、具体的な利用シーンやケーススタディを基に、その実用的な展開を検討する。教育現場のニーズと RFID の技術的特性を組み合わせることで、より質の高い教育サービスの提供や教育効果の向上に貢献する方策を模索することを目的とした。

2. RFID を活用したセルフレジをシミュレートするプログラミング教材の開発

2.1 社会的な背景と開発の目的

中学校学習指導要領（平成 29 年告示）「技術・家庭」（技術分野）では、「D 情報の技術」（2）の「ア」に『情報通信ネットワークの構成と、情報を利用するための基本的な仕組みを理解し、安全・適切なプログラムの制作、動作の確認及びデバッグ等ができること』との記載がある。この内容は、生活や社会における問題を、ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングによって解決する活動を通して身に付けることができるよう指導するとされている⁵⁾。しかし、実際に『生活や社会における問題を、ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングによって解決する活動を通して身に付ける』という指導内容は、その実施を前提としたカリキュラムや教材、また教員の研修の不足などから、多くの現場での教員が難しさを感じていると言われている。具体的には、生徒たちが社会の問題についてプログラミングを通して解決するプロセスを理解し、実際に行動に移すための具体的な手順や方法論を示すことが必要とされており、そのためのリソースやサポートが十分でない場合が多い。さらに、情報技術の急速な進化や多様化により、教員自身が新しい技術や手法を習得し続ける必要があり、その負担も増している。このような背景から、実践的なプログラミング教育の実施は現場での課題となっており、更なる支援や取り組みが求められているのが現状である。

一方、社会では RFID を活用した様々なシステムやサービスが登場している。物流センター倉庫での在庫管理や、トラックの所在管理、生活に身近な場面では、非接触型 IC カードによる鉄道やバスの乗車、社員証や学生証、無線 IC タグを用いた値札などが挙げられる。

そこで、衣料品店等で目にする多くの無線 IC タグを用いた値札を RFID リーダで読み取るセルフレジに着目し、中学校技術科の授業で活用可能な RFID を活用したセルフレジをシミュレートする双方向性のあるプログラミング教材の開発を実施した。

2.2 開発する教材の仕様検討

2.2.1 RFID の種類

RFID は、電波を利用して情報を非接触で送受信するシステムを指す。RFID は、用途や特性に応じて様々なカテゴリに分けられる。バッテリーの有無による分類では、三つの主要なタイプが存在する。パッシブタグはバッテリーを搭載せず、リーダーからの電磁波のエネルギーのみを利用して動作する。一方、アクティブタグは独自の電源を持ち、より長い距離からの読み取りや高いデータ通信速度が可能である。セミパッシブタグは、パッシブタグとアクティブタグの特性を併せ持ち、外部からのエネルギーを補完する形でバッテリーを使用する。周波数帯による分類を考慮すると、LF 帯と HF 帯は電磁誘導を利用して通信を行い、近距離の通信に適している⁶⁾。特に、NFC (Near Field Communication) 技術は HF 帯の 13.56MHz を使用し、スマートフォンや交通系 IC カードなどで利用されている。UHF 帯とマイクロ波帯は電波を利用した通信であり、広範囲や高速なデータ伝送が可能である。商品の在庫管理やセルフレジシステムにおいて UHF 帯の RFID

が使用されるケースが増えており、効率的な商品管理や迅速な顧客対応が可能となっている。

2.2.2 教材に使用する RFID の選定

RFID は、特にリテール業界において、無線 IC タグを用いた値札の自動認識システムとして注目を集めている。衣料品店などの環境で買い物かご全体を RFID リーダで一括して読み取るセルフレジのシステムは、効率的な商品管理や迅速な顧客対応を可能にしている。このようなシステムを教育の場においても適応させるためには、UHF 帯を用いたパッシブタグを使用することが最も実効性が高いと考えられる。

しかしながら、UHF 帯を用いる RFID リーダライタの価格は数万円程度となっており、これを学校教育のための教材として大量導入することは、学校の予算の観点から見ても非現実的である。コストの問題を解決するためのアプローチとして、低価格帯のデバイスを使用して RFID リーダライタを構築する方法が考えられる。

具体的には、中学校の教育現場で多くの実績を持つ M5Stack シリーズの本体を基盤として、RFID 2 ユニットの接続することで、コストを抑えつつも十分な機能を持つ RFID リーダライタを構築することができる。このシステムにおいて、RFID カードを商品の値札に見立て、実際の商業環境と同様のセルフレジシステムを模倣することが可能となる。本研究では、M5Stack シリーズの中でも、小型でありながら高機能な M5StickC Plus を使用し、上記のシステムの実現を試みた。

この取り組みにより、実際の商業環境での技術を、教育の場にも取り入れることができると期待される。

2.2.3 教材の動作仕様

本研究では、中学校学習指導要領「技術・家庭」（技術分野）に記載されている『生活や社会における問題を、ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングによって解決する活動を通して身に付ける』という指導内容を意識し、双方向性を持つコンテンツのプログラムを、ネットワークを介して実現する教材を開発した。具体的な動作仕様は次の通りである。

初めに、本教材は起動後自動的に Wi-Fi に接続し、待機モードに移行する。ユーザーは、値札として機能する RFID カードを RFID 2 ユニットの 1 枚ずつ近接させることで、それぞれのカードに対応する品名と価格情報を読み取ることができる。この読み取った情報は、リアルタイムでディスプレイ上に表示される。加えて、A ボタンを押下することで、これまで読み取った商品の合計金額が表示される。さらに、B ボタンを押下することで、日時、端末 ID、そして前述の合計金額を含む JSON メッセージが Google ドライブ上の特定のスプレッドシートへと送信される。Google ドライブ上の特定のスプレッドシートでは、JSON メッセージとして送信されてきたデータを、最新の情報が上位に表示されるように追記していく。通信の結果として、HTTP ステータスコード 200 をサーバから受信した場合は「OK!」というメッセージがディスプレイ上に表示される。それ以外のステータスコードを受信した場合には「FAILED」というメッセージが表示される。これにより、ユーザーは通信の成功や失敗を瞬時に把握することが可能となる。

2.3 教材の開発

本研究では、低コストで簡易的に実現できる教材の開発を試みた。教材の基となる 100 円ショップで購入した小物入れの正面部分には、M5StickC Plus を固定し、背面には RFID 2 ユニットの配置した。このデバイスの構築において、蓋部分は特に工夫が施されている。具体的には、Tinkercad という無料のオンライン 3D モデリングプログラムを用いて蓋の設計を行い、その設計データを基に 3D プリンタを用いて物理的な蓋を出力した。この蓋と小物入れとの間に約 0.75mm の隙間を設け、RFID カードをこの隙間を通して横向きに自然落下させることで、背面の RFID 2 ユニットによってカード情報を効率よく読み取ることができる構造となっている。

ソフトウェアの部分に関しては、Arduino IDE を使用して開発を進めた。これにより、ハードウェアとの

互換性や拡張性を保ちながら、効率的なプログラムの実装が可能となった。

Tinkercad で蓋を設計している様子を図 1、開発した教材の全体像を図 2、ソフトウェアが実行された際のディスプレイ表示の様子を図 3 に示す。

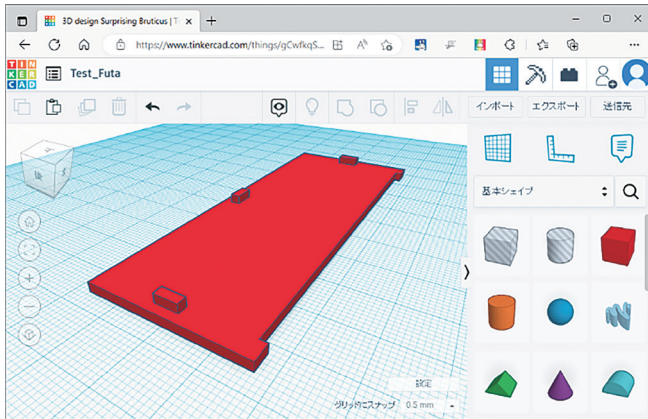


図 1 Tinkercad を用いた蓋の設計



図 2 開発した教材の全体像



図 3 ソフトウェアが実行された際のディスプレイ表示の様子

2.4 解決すべき課題と今後の展望

本研究における教材のソフトウェア開発では、Arduino IDE を活用し、C/C++ ベースの Arduino 言語によるプログラミングを採用している。さらに、データの書き込みを Google ドライブ上の特定のスプレッドシートに行うため、Google Apps Script (GAS) という JavaScript を基盤としたスクリプト言語を用いた。具体的な動作としては、デプロイした Web アプリケーションに対し、M5StickC Plus から JSON 形式のデータを送信する方式を採用している。

しかしながら、中学生にこれら全てのプログラミングを実施させることは難易度が高いと予想される。特に、GAS の部分は複雑であり、初心者にとってはハードルが高い可能性が考えられる。したがって、事前に GAS 側の準備を教員が完了させておき、M5StickC Plus 側のプログラムの動作原理を中心に、生徒が動作仕様を考えプログラミングする方針をとることが望ましいと考えられる。そして、UIFlow を活用したビジュアルプログラミング言語 Blockly を導入することで、中学生への教育の実現性を高めたいと考えている。そのため、Arduino 言語で開発したプログラムを Blockly へ移植し、その動作確認を進める予定である。

2.5 本章のまとめと付記

本章では、M5StickC PlusにRFID 2ユニットを組み合わせることで、RFIDリーダライタの機能を実現した。この技術を活用し、RFIDカードを商品の値札として使用することで、RFIDを活用したセルフレジをシミュレートする双方向性のあるプログラミング教材を開発した。この教材は、特に中学校技術科の授業において、生徒のプログラミング学習の質を向上させる可能性を持つと考えられる。なぜなら、本教材は中学校学習指導要領「技術・家庭」（技術分野）に記載されている『生活や社会における問題を、ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングによって解決する活動を通して身に付ける』という指導内容を満たしており、生徒の実践的な思考や問題解決能力を養うのに適していると予測されるからである。

次のステップとして、中学校で本教材を用いた授業実践を実施したいと考えている。授業実践を通して、本教材が中学生のプログラミング学習にどのような効果をもたらすのか、その成果や問題点を詳細に検証する計画である。これにより、本教材の有効性や改善点を明らかにし、より質の高いプログラミング教育を提供するための知見を深化させることを目指している。

なお本章は、日本産業技術教育学会・第38回情報分科会（大阪）で発表した「RFIDを活用したセルフレジをシミュレートする双方向性のあるプログラミング教材の開発」の講演要旨⁷⁾を基に加筆したものである。

3. RFIDを活用したデジタルスタンプラリーシステムの開発と実証実験

3.1 社会的な背景と開発の目的

鉄道やバスに乗車する際の交通系ICカードやマイナンバーカード、学生証・社員証、衣料品店のセルフレジなど、身の回りには様々なRFIDを活用したシステムやサービスが存在している。2章ではRFIDに着目し、中学校技術・家庭科（技術分野）で活用することを目的としたRFIDを活用したセルフレジをシミュレートする双方向性のあるプログラミング教材を開発した。

一方で執筆者らは、紙にスタンプを押す方式によるスタンプラリー形式のイベントの運営に参加⁸⁾する中で、スタンプラリーのデジタル化を模索していた。中学校や高校の文化祭や、大学のオープンキャンパスなど、学内を外部の見学者が回遊するイベントにおいて、紙にスタンプを押す方式のスタンプラリーが伝統的に行われてきた。しかし、この方式でのスタンプラリーでは、チェックポイントに人員を配置する必要があるため、運営の手間やコストがかかるという課題があった。この問題を解決するため、デジタル化したデジタルスタンプラリーの導入が考えられる。デジタルスタンプラリーを実現することで、人員配置の手間を削減し、効率的かつスムーズなイベント運営が期待できると考えている。

そこで、2章で開発したRFIDを活用したセルフレジをシミュレートする双方向性のあるプログラミング教材をベースに、参加者がスマートフォンでスタンプの取得状況を確認することが可能なRFIDデジタルスタンプラリーシステムを開発した。そして、大学生らによる実証実験を実施した。

3.2 デジタルスタンプラリーシステムの開発

M5StickC PlusとRFID 2ユニットを組み合わせることで、チェックポイント端末（CP端末）を構築した。このCP端末は、2章で開発したRFIDを活用したセルフレジをシミュレートする双方向性のあるプログラミング教材を基にしており、一部の動作を変更することで新しい機能を実現している。具体的には、CP端末は起動と同時にWi-Fiネットワークに自動接続する。そして、RFIDカードを端末に近接させることで、カードIDを確実に読み取ることができる。読み取ったカードIDに加え、端末IDおよび現在の日時を組み合わせたJSONメッセージを生成し、Googleドライブ上の指定されたスプレッドシートに対して自動的に送信する。Googleドライブ上の特定のスプレッドシートでは、JSONメッセージとして送信されてきた

データを、最新の情報が上位に表示されるように追記していく仕組みとなっている。

一方、ユーザーが情報を視覚的に確認するためのインターフェースとして、HTML と JavaScript を用いて新規に Web インターフェースを開発した。このインターフェースでは、ユーザーは RFID カードの表面にプリントされた QR コードをカメラでスキャンすることで、カード ID を取得する。そして、このカード ID を基に Google ドライブ上のスプレッドシートから対応する端末 ID を検索し、該当するチェックポイントを「済」として表示する機能を備えている。また、ユーザーは 2 回目以降、QR コードのスキャンを省略し、更新ボタンを押すだけで最新のチェック状況を取得できる設計となっている。

3.3 大学生を対象とした実証実験

2023 年 6 月に、大学生 12 名を対象としたデジタルスタンプラリーの実証実験を実施した。デジタルスタンプラリー実施後に定性的評価を実施した。デジタルスタンプラリーの様子を図 4、定性的評価の結果を表 1 に示す。



図 4 デジタルスタンプラリーの様子

表 1 デジタルスタンプラリーに対する定性的評価

| 質問内容 | 平均 | S.D. | 検定 |
|-----------------------------------|------|------|------|
| デジタルスタンプラリーについて | | | |
| 楽しいと思った | 3.17 | 1.03 | n.s. |
| 使いやすいと思った | 3.25 | 0.97 | * |
| 紙とデジタルスタンプラリーの比較 | | | |
| デジタルの方がスタンプを集めやすいと思った | 3.25 | 0.62 | ** |
| デジタルスタンプラリーの方が楽しいと思った | 3.00 | 0.60 | * |
| デジタルスタンプラリーの方が参加しやすいと思った | 3.25 | 0.75 | * |
| スタンプラリーのシステム開発について | | | |
| デジタルスタンプラリーのシステムを開発してみたい | 3.42 | 0.51 | ** |
| デジタルスタンプラリーのシステムを開発する授業があったら受講したい | 3.33 | 0.98 | ** |

n = 12, ** $p < .01$ * $p < .05$

定性的評価については、4件法（例えば、楽しかった：4、どちらかと言えば楽しかった：3、どちらかと言えば楽しくなかった：2、楽しくなかった：1）で尋ねた。調査結果は、間隔尺度と見なして統計処理を施し、平均および標準偏差を求めた。また、肯定的な評価（4および3を選択した回答数）と否定的な評価（2および1を選択した回答数）に分けた。次に、正確二項検定を用いて、回答の偏りが統計的に有意かどうかを検証した。

その結果、全ての項目で平均が3.00以上であり、肯定的な評価が得られた。「デジタルの方がスタンプを集めやすいと思った」、「デジタルスタンプラリーのシステムを開発してみたい」、「デジタルスタンプラリーのシステムを開発する授業があったら受講したい」の項目については、有意差が見られた。このように、スタンプの集めやすさや楽しさ、参加のしやすさの観点では、紙よりもデジタルの方が良いといえる結果が示された。また、本システムの開発についても意欲的であり、システム開発を学ぶ授業の受講に対しても肯定的だった。

今回の実証実験では、システムの不具合等は発生しなかったが、「QRコードをカメラで撮影した直後にフリーズしたようになる動作を直してほしい」等の意見があった。この点については検証と改善が必要である。

3.4 本章のまとめと付記

本章では、RFIDを活用したデジタルスタンプラリーシステムを開発した。そして、大学生を対象に実用性と効果性を実証実験によって評価した。実験の結果、多くの場面でシステムが安定して動作することが確認された。ただし、一部参加者からはシステムに関する改善の提案や意見が寄せられた。これらの意見は今後のシステムの改良や発展のための貴重な指摘として捉え、今後の研究課題として位置づけている。さらに、本システムの開発プロセスは比較的シンプルであるため、大学におけるプログラミングの授業において、学生にシステム開発の実践的な経験を提供する教材としての活用が考えられる。現在、この方向性を探るための検討を進めている。

なお本章は、日本産業技術教育学会・第66回全国大会（鹿児島）で発表した「RFID デジタルスタンプラリーシステムの開発と実証実験」の発表要旨⁹⁾を基に加筆したものである。

4. RFIDを活用した災害発生時における状況把握システムの試作と実証実験

4.1 社会的な背景と開発の目的

日本は様々な自然的条件から、災害が頻発する国である。2023年に公表された南海トラフ地震の30年以内の発生確率は、70～80%と評価されている¹⁰⁾。2023年は、近代日本の首都圏に未曾有の被害をもたらした関東大震災から100年の節目の年に当たることから、災害対策だけでなく、防災教育についても社会から注目されている。

防災教育は、1995年の阪神淡路大震災や2011年の東日本大震災をきっかけに、その拡充が進められてきた。伊藤ら¹¹⁾は情報通信ネットワークの機能が縮退または麻痺した状態における、適切な情報伝達手段とその仕組みを検討している。彼らは情報伝達の麻痺を3段階に分類し、それぞれの段階に応じた対応策を提案し、それぞれの状況に応じた情報伝達のあり方に関する教員研修も実施している。

避難訓練を含む防災訓練は、国内の多くの学校で実施されている。小学校、中学校、高等学校では、クラスが存在し、担任の教員もいるため、児童・生徒の出席状況は一定程度把握できる。これにより、災害発生時や訓練時に、避難場所での児童・生徒の確認が容易である。しかし、大学においては授業ごとの出席は確認されるものの、それ以外の時間帯にキャンパス内に滞在する学生も多く、全学生の位置把握は困難である。その結果、災害時における避難場所での人数確認は、集合人数のみの情報となり、逃げ遅れの有無の判断は難しい。

そこで、携帯電話の通信回線が使用できる程度の災害を想定し、学生への負担や導入コストを極力抑え、大学構内にいる学生を教職員が把握することを目的とした状況把握システムを試作した。そして、大学や学生の協力を得て避難訓練で本システムの実証実験と定性的評価を実施した。

4.2 状況把握システムの試作

従来から、多くの大学では教職員の出勤状況を把握するための勤怠管理システムが導入されている。これらのシステムには、タイムカードに印字するタイプや、ICカード式の教職員証を読み取るタイプが存在する。一方で、学生向けにも、出席管理や図書館利用のシステムが導入され、ICカードとして機能する学生証を持つ大学も増えている。

これまでに、RFID技術を活用して、セルフレジをシミュレートする双方向性のあるプログラミング教材(2章)やデジタルスタンプラリーシステム(3章)を開発してきた。この教材は、中学校で頻繁に使用されるM5StickC PlusとRFID 2ユニットを組み合わせて構成され、1セットのコストは2023年6月時点で約4,500円である。この教材のシステム構成を基に、低コストでの導入を目指している。

状況把握システムの動作仕様としては、学生証をRFID 2ユニットに近接させることでIDを読み取り、Wi-Fiを介して送信する。その際、ディスプレイには読み取ったIDと「Sending…」が表示され、Googleドライブ上のスプレッドシートに、日時、端末ID、学生証の固有IDが記録されると「OK!」と追加で表示される。システムの基本的な考え方は、勤怠管理システムと同様で、1回目の読み取りを登校、2回目の読み取りを下校と判断する。これにより、1回目だけの読み取り履歴が存在し、2回目が存在しない学生は、大学構内にいると推測される。

4.3 避難訓練での実証実験

2023年6月9～13日にかけて、共栄大学の協力を得て59名のモニター学生を対象に実証実験を実施した。モニター学生には、登校時に学生証を読み取らせ、下校時にも学生証を読み取らせるように依頼した。また、6月13日は避難訓練実施のため、避難場所にてモニター学生のみ学生証の読み取りを実施した。状況把握システムを設置した様子を図5に示す。



図5 状況把握システムを設置した様子

実証実験の結果として、平常時にはシステムはエラーなく稼働した。しかし、避難訓練時の避難場所での学生証読み取りにおいて、3件の書き込み漏れが確認された。後日検証した結果、排他制御に不具合があり、同時多発的に学生証の読み取りを実施したため、スプレッドシートに書き込む際の処理が不完全になっていたことが明らかとなった。この問題は、プログラムの修正により解決できる。さらに、登校の記録がなく、避難場所での記録だけが存在する学生が3名確認されたが、これら3名は登校時の読み取りを行わなかったことが原因であった。

4.4 本システムの定性的評価

実証実験に参加した59名のモニター学生(大学3年生および4年生)に対して、避難訓練の後、本システムの定性的評価を行った。調査はオンライン上で4件法を用いて実施され、最後に学生からの感想も収集した。4件法による評価の結果に関しては、平均値と標準偏差を算出し、肯定的な評価(4および3を選択した回答数)と否定的な評価(2および1を選択した回答数)に分けた。次に、正確二項検定を用いて、回答の偏りが統計的に有意かどうかを検証した。定性的評価の結果を表2に示す。

表2 定性的評価の結果

| 質問項目(4件法) | 平均 | S.D. | 検定 |
|---------------------|------|------|------|
| 大学の在校把握の困難さを知っていたか? | 2.56 | 1.11 | n.s. |
| 在校状況が把握されないことは不安か? | 3.17 | 0.94 | ** |
| 状況把握システムは必要か? | 3.66 | 0.60 | ** |
| 状況把握システムがあると安心か? | 3.63 | 0.69 | ** |
| 学生証の読み取りは苦にならなかったか? | 3.32 | 0.89 | ** |
| 在籍している大学に導入した方が良いか? | 3.59 | 0.64 | ** |
| 状況把握システムに不具合は無かったか? | 3.73 | 0.66 | ** |
| システムを体験してみて良かったか? | 3.49 | 0.67 | ** |

n=59, ** $p < .01$ * $p < .05$

定性的評価の結果から、学生の約半数は、大学における在校状況の把握が困難であるとの認識を持っていたことが判明した。多くの学生は、自身の在校状況が正確に把握されないことに対する不安を感じており、状況把握システムの導入が必要であるとの意識が強いことが示唆された。具体的に、システムの存在によって安心感を得られるとの認識が多く、多数の学生からは大学への正式な導入を望む声が上がっていた。学生証の読み取りに関する手間は大きな負担とは感じられず、システムの動作も概ね安定していたとの報告があった。さらに、状況把握システムの体験を通じて、その有効性や利便性を実感する学生が多かった。

感想の内容を詳細に分析すると、学生の中には「簡単に在校状況を把握できるシステムは安心できる」と肯定的に評価する声が多かった。特に「学生証の読み取りが簡易で手軽」といった点がポジティブな意見として挙げられた。一方で、システムの設置場所が限定的であるため「機器にアクセスするために特定の場所を訪れることが負担」と感じる声や、「災害時の行動は個人の判断に委ねられるべきで、システムの存在が必要かどうか疑問」という意見も少数ながら確認された。

4.5 本章のまとめと付記

本章では、災害時における在校生の安全確認を迅速かつ効率的に実施するためのRFIDを活用した状況把握システムを試作した。初期の実証実験を通じて、システムの動作において一部不具合が確認されたが、全体としては安定した動作を示し、期待される機能を概ね満たしていた。さらに、実証実験に参加した学生からのフィードバックにおいて、本システムの目的と機能性に対する理解と賛同が大部分を占めていた。この

ような肯定的な評価を受けて、今後はさらに大規模な実証実験を計画し、全学的な導入に向けた検討を進める方針である。

なお本章は、日本教育情報学会・第39回年会（神戸）で発表した「RFIDを活用した災害発生時における状況把握システムの試作」の講演要旨¹²⁾を基に加筆したものである。

5. おわりに

本研究では、RFID技術の教育現場や実社会への応用可能性を探る取り組みを進めてきた。教育の分野でのRFIDのさらなる活用可能性を探求するため、具体的な利用シーンやケーススタディを基に実用的な展開を検討し、教育現場のニーズとRFIDの技術的特性を組み合わせることで、より質の高い教育サービスの提供や教育効果の向上に貢献する方策を模索した。そして、RFIDを活用したセルフレジをシミュレートするプログラミング教材の開発（2章）、RFIDを活用したデジタルスタンプラリーシステムの開発と実証実験（3章）、RFIDを活用した災害発生時における状況把握システムの試作と実証実験（4章）を実施した。

2章では、中学校の技術・家庭科（技術分野）の教育現場で活用できるRFIDを用いた双方向性のあるプログラミング教材を開発した。本教材は中学校学習指導要領「技術・家庭」（技術分野）に記載されている『生活や社会における問題を、ネットワークを利用した双方向性のあるコンテンツのプログラミングによって解決する活動を通して身に付ける』という指導内容を満たしており、生徒の実践的な思考や問題解決能力を養うのに適していると予測される。

3章のデジタルスタンプラリーシステムの開発と実証実験では、参加者の反応も概ね肯定的であり、新しいイベント形式の可能性を広げることができた。また、本システムの開発についても意欲的であり、システム開発を学ぶ授業の受講に対しても肯定的だった。このことから、本システムは、中学校や高校の文化祭や、大学のオープンキャンパスなど、学内を外部の見学者が回遊するイベントで活用できるだけでなく、大学におけるプログラミングの授業でも教材として活用できるのではないかと考えられる。

4章で取り組んだ災害発生時の状況把握システムの試作では、特に大学キャンパス内における学生の安全確認の効率化を目指し、その実現性を探った。実証実験を通じて、多くの学生は自身の在校状況が正確に把握されないことに対する不安を感じており、状況把握システムの導入が必要であるとの意識が強いことが示唆された。このような肯定的な評価を受けて、今後の改良と導入を見据え、さらに大規模な実証実験を実施していきたいと考えている。

各章を通じて、RFIDの教育的活用においてさまざまな場面での新しいソリューションを提供できる可能性があることが明らかになった。一方で、各システムの導入や実運用においては、ユーザーからのフィードバックや意見を取り入れることでさらなる改善が必要であることも確認された。今後は、本研究で得られた知見を基に、より高度で実用的なシステムの開発を進めるとともに、それらの普及や実際の運用に関する検討を行っていく予定である。

謝辞

本研究を実施するにあたり、共栄大学の教職員・学生の皆様には、避難訓練時に実証実験を実施するにあたり、様々なご配慮・ご協力をいただきました。ここに記して感謝の意とさせていただきます。

付記

本論文は、1章および5章を伊藤大河、2章および4章を河合麗奈、3章を板橋咲季が主体となり執筆しました。

参考文献

- 1) ソニー株式会社, “FeliCa ってなに?”, <https://www.sony.co.jp/Products/felica/about/>, (参照 2023-10-29)
- 2) 東日本旅客鉄道株式会社, “Suica データの活用について”, <https://www.jreast.co.jp/suica/corporate/suicadata/>, (参照 2023-10-29)
- 3) 指田昌夫, “JR 東日本が着手する「顧客のビッグデータをつなぐ DX」の可能性～ MaaS・Suica 事業の推進, デジタルマーケティングの拡大が開く未来～”, Japan Innovation Review, <https://jbpress.ismedia.jp/articles/-/70619>, (参照 2023-10-29)
- 4) 株式会社東北システムズ・サポート ストラテジックビジネス本部, “延長保育のタイムレコードを RFID で自動化”, RFID Room, <https://rfid.tss21.co.jp/ex/casestudy/sier/comein.html>, (参照 2023-10-29)
- 5) 文部科学省, “中学校学習指導要領 平成 29 年告示”, pp.132-143 (2017)
- 6) サトーホールディングス, “RFID タグとは? 仕組みやメリット, 種類ごとの特徴を解説”, <https://www.sato.co.jp/market/column/06/>, (参照 2023-10-29)
- 7) 河合麗奈・板橋咲季・伊藤大河, “RFID を活用したセルフレジをシミュレートする双方向性のあるプログラミング教材の開発”, 日本産業技術教育学会 第 38 回情報分科会 (大阪), pp.61-62, 2023 年 3 月
- 8) 教育家庭新聞, “共栄大学×イオンモール春日部×春日部市, 連携スポーツをとおして SDGs を考えるイベントを実施”, 2023-02-15, <https://www.kknews.co.jp/news/20230215o02>, (参照 2023-10-29)
- 9) 板橋咲季・河合麗奈・伊藤大河, “RFID デジタルスタンプラリーシステムの開発と実証実験”, 日本産業技術教育学会 第 66 回全国大会 (鹿児島), P003, 2023 年 8 月
- 10) 内閣府, 令和 5 年版防災白書, pp.21, 2023 年
- 11) 伊藤大河・山本利一, “災害発生時の情報伝達方法に関する教員研修内容の提案”, 日本教育情報学会「教育学研究」, 第 28 巻, 第 1 号, pp.11-20, 2012 年
- 12) 河合麗奈・板橋咲季・伊藤大河, “RFID を活用した災害発生時における状況把握システムの試作”, 日本教育情報学会・第 39 回年会 (神戸), pp.389-390, 2023 年 8 月