

# コロナ禍における適切な入退室管理方法の提案

山村 浩穂<sup>1,a)</sup> 加藤 大弥<sup>1,b)</sup> 大高 真由<sup>1,c)</sup> 加藤 朗<sup>1,d)</sup> 砂原 秀樹<sup>1,e)</sup>

**概要：**新型コロナウイルス感染症（COVID-19）拡大に伴い、大学等の研究施設では密を避けるために入退室管理が重要視され始めている。一般的な入退室管理の方法としては、入退室フォームを用意し、学生が事前に日時、利用目的、保護者の同意等の項目を入力して、規定内の人数であれば入退室可能とする方法がある。このような入退室管理システムは施設利用者の詳細を把握できる一方で、利用時の手間が増加する傾向にある。現に我々の研究科においてもフォームに入力しなければならない手間から、事前の利用申請なしで入室する学生も少なくないため、正確な利用者数が把握できず、密が発生するという問題がある。このような課題を解決する方法として、ICカードやカメラを利用することで入退室にかかる手間を減らすことができる。しかし、これらの手法は導入コストが高く、またカメラを利用する場合は施設利用者のプライバシーの侵害に当たる可能性がある。そこで、本研究では学生が使用する端末の Bluetooth アドレスを用いた自動入退室管理サービスを提案する。事前に学生が使用する端末の Bluetooth アドレスを登録し、学内に設置した Raspberry Pi から端末への疎通性を確認する。それをもとに、利用者の情報を記録することで入退室管理を自動化する。本論文では、Raspberry Pi と Bluetooth アドレスを活用したコロナ禍における適切な入退室管理方法について議論し、また、取得した情報の通知方法、個人情報の特定範囲、密の判定手法についても議論する。

キーワード：Bluetooth アドレス、入退室管理

## Access management in the era of pandemic COVID-19

### 1. はじめに

新型コロナウイルス感染症（COVID-19）の感染拡大の影響により、大学ではオンライン授業の導入が進められてきた。しかしながら、施設内の機器を使用する実験や実技・演習が重要となる一部科目においては、オフラインでの施設利用が必要となる。また、新入生は友人同士のネットワークが確立されていないため、友人との相談や情報交換が行えないという問題がある [4]。このような現状を踏まえ、大学等の研究施設では密を避けるために入退室管理が重要視され始めている。一般的な入退室管理の方法としては、入退室フォームを用意し、学生が事前に日時、利用目的、保護者の同意等の項目を入力して規定内の人数であれば入退室

可能とする方法がある。このような入退室管理システムは施設利用者の詳細を把握できる一方で、入力忘れや利用時の手間が増加する傾向にある。著者らが所属する慶應義塾大学大学院メディアデザイン研究科（以下、KMD）においてもフォームに入力しなければならない手間から、事前の利用申請なしで入室する学生も少なくないため、正確な利用者数が把握できず、密が発生するという問題がある。このような課題を解決する方法として、ICカードやカメラ、顔認証を利用することで入退室にかかるユーザーの手間を減らすことができる。しかし、これらの手法は導入・運用にかかるコストが高く、またカメラを利用する場合、施設利用者のプライバシーの侵害、情報漏洩が起きた際のリスクが増加する可能性がある [1]。

そこで、本研究では大学施設における適切な入退室管理システムの開発を目的に、プロトタイプとして Bluetooth アドレスと Raspberry Pi 4 を活用した自動入退室管理システムの開発と評価を行った。また、取得した情報の通知方法、個人情報の特定範囲、密の判定手法についても議論

<sup>1</sup> 慶應義塾大学大学院メディアデザイン科  
Keio University Graduate School of Media Design

a) usurai-ligno@kmd.keio.ac.jp

b) i.mas.trunk@kmd.keio.ac.jp

c) otakamay@kmd.keio.ac.jp

d) kato@kmd.keio.ac.jp

e) suna@kmd.keio.ac.jp

する。

## 2. 学校施設における入退室管理システムの現状

大学などの研究施設では、2020年度は新型コロナウイルス感染症予防対策として、施設のロックダウンと共にオンライン授業が進められてきた。2021年度に入ってから大学拠点でのワクチン接種が進み、オンラインと対面を組み合わせたハイブリッド授業 [8] や実技・演習が重要視される一部科目については、対面授業の再開が進められている。また、感染予防対策として手洗いやマスク着用、検温を徹底したうえで授業以外での学校施設利用も再開が始まっている。このような、オフラインでの施設利用をするうえで多くの大学では入構希望者が事前に当日の体温、利用目的、体調等を入力するフォーム [5], [6] や学生がコロナウイルスに感染した際に使用座席や関連施設を特定する座席管理システムが導入されている [3]。

### 2.1 予約フォーム型の入退室管理の現状

ここでは、一般的な入退室管理システムの一例として、KMDにおける予約フォーム型入退室管理の現状について述べる。学生は学内施設を利用する場合、事前に名前や交通手段等についてフォームに入力する（図1）。教室の予約可能時間は3時間ごとに区切られているため、長時間連続して部屋を利用する場合は、同様のフォームを時間ごとに提出する必要がある。また、複数の部屋を行き来する場合も、各部屋ごとに同様の予約フォームを提出する。密を回避するために利用可能人数が部屋ごとに定められており、満員となった場合は、それ以上の予約は不可能となる。しかしながら、満員となった場合も予約が不可能となるのみであり、実際には予約フォームが未入力であっても入室できる。そのため、フォーム未入力の学生が入構し、密が発生することも少なくない。

### 2.2 予約フォームに関するインタビュー調査

予約をせずに学内施設を利用していた学生9人に対してインタビュー調査を行ったところ、予約しなかった理由として、以下のものが挙げられた。

- 入力が見えなかった
- 入力を見逃した
- 予約フォームのリンクが分からない

最も多かった理由は「入力が見えなかった」（5人）であり、詳細を聞くと、「主として利用する部屋の予約はするが一時的に利用する部屋については予約が見えなかった」、「突然、別の部屋に用事ができることもあるため、そういう場合は予約しない」という報告があった。その他の理由としては、「普段は学校に来ないためフォームのリンクを忘れてしまった」という

I will keep wearing mask, sanitize hands frequently and keep social distancing.\*  
 Yes  No

I will not eat food with other people in KMD facility.  
 Yes  No

I will check my body temperature and cancel my access if the temperature would be over than 37.5°C.  
 Yes  No

[Submit](#) [Cancel](#)

図1 KMDの施設予約フォーム

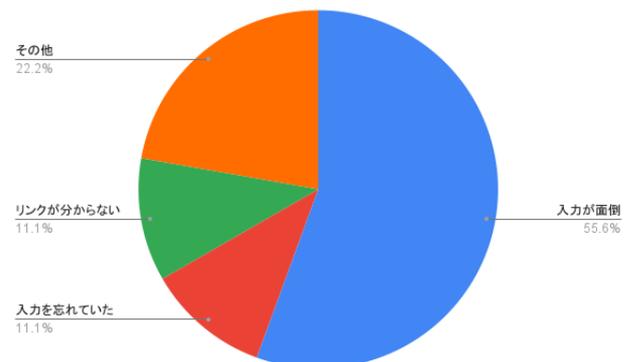


図2 予約フォームに記入しない理由, N=9

意見があった（図2）。

以上のことから、部屋及び利用時間ごとに細分化された予約システムは学生の負担が増加し、その結果フォーム入力を行わずに施設を利用する学生がいることが分かった。また、普段学校に来ない学生はフォームのリンクを忘れてしまい、結果的に予約が行われないケースがあることが分かった。

## 3. コロナ禍における入退室管理方法の提案

### 3.1 入退室管理に必要な要件

インタビュー調査の結果から、予約フォームを用いた入退室管理は、入力にかかる手間から、予約せずに入構する学生がいることが分かった。また、普段大学へ訪れない学生は、予約フォームのリンクや予約自体を忘れてしまうケー

スがある。その結果、予約が行われず正確な部屋の利用者数を把握できない可能性があることが分かった。これらの課題を解決する方法として、ICカードや顔認証、カメラを用いることで、入退室管理にかかる手間を軽減できる。また、顔認証やカメラを用いることで予約忘れを防ぐことができる。しかし、これらの方法は機材の導入・運用のコストが高くなること、また利用者のプライバシーが侵害される可能性があることから、コロナ禍における入退室管理として最適とは言えない。

富重らは学内に設置された無線 LAN 接続情報をもとに密集度の判定を行った [7]。これは学内に設置されたアクセスポイントに接続している端末数を取得し、それをもとに自動で各施設内の人数を推定することができる。また、得られる情報は端末数のみであり、アカウント名、mac address 等の個人を特定する情報は取得しないため、プライバシーを守ることができる。一方で、無線 LAN の特性から、遠く離れたアクセスポイントへ接続が可能であり正確な密集度を計測できないという課題がある。また、山下らは端末の GPS 機能を用いた入退室管理システムを提案しており、学外の登校管理にも拡張性があることが分かった [2]。

以上のことから、コロナ禍における入退室管理システムに必要な要件として以下の要素が考えられる。

- 導入・運用コストが低い
- 入退室にかかる手間が少ない
- 利用者のプライバシーが守られる
- 密集度を検知できる

### 3.2 システム設計案

本研究では、先に挙げた入退室管理システムに必要な要件をもとに Bluetooth アドレスと Raspberry Pi 4(ModelB 4GB RAM) を活用した自動入退室管理システムを設計した (図 3)。近年、ワイヤレスイヤホンなどの Bluetooth 接続機能を搭載した端末の普及に伴い、スマートフォンや PC の Bluetooth 接続を常時有効にしている学生は多くいる。また、Bluetooth は無線 LAN と比較して、接続可能な距離が短いため、より狭い範囲でユーザーの居場所を特定することができる。そこで、学生が利用する部屋に Raspberry Pi 4 を設置し、利用端末に向けて Bluetooth の疎通性を確認する。疎通が確認された場合、その端末の利用者が Raspberry Pi 4 周辺にいると判断する。また、疎通性が確認された端末数から周辺の密集度 (人数) を推定する。加えて、インタビュー調査から一時的に部屋を利用する学生がいることが分かったため、疎通性を確認する時間間隔を短く設定し、リアルタイムに近い密集度の推定を行う。

### 3.3 プロトタイプ

学生が継続的に利用する研究室の一室にプロトタイプを

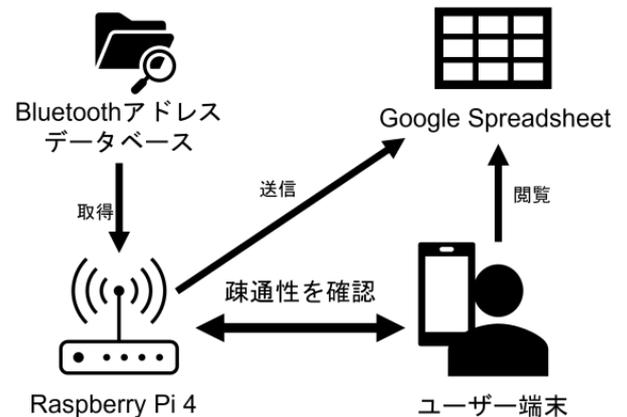


図 3 自動入退室管理システムの構成

	A	B	C
1	Raspberry Pi 入退室自動管理サービス		
2			
3		研究室 A	Time
4		農藤 太郎	2021-11-1 13:30:00
5		農藤 花子	
6			
7			
8			
9			
10			
11			

図 4 Google Spreadsheet イメージ

設置し、頻繁に研究室に訪れる 3 名を対象に入退室管理の精度を検証した。被験者が普段使用している端末の Bluetooth アドレスを事前にデータベースに登録し、それをもとに Raspberry Pi 4 から、端末に向けて CFM(Connectivity Fault Management) による疎通性の確認を 1 分ごとに行う。疎通性を確認するために、検証期間中は登録端末の Bluetooth 接続は常時有効にされている。Raspberry Pi 4 と登録端末の疎通性が確認された場合、その端末のユーザーが部屋にいると判断し、入室状況が自動で Google Spreadsheet に反映される (図 4)。Google Spreadsheet は学外からもアクセスが可能であり、ユーザーは施設内密集度を確認することで、密ではない部屋を利用する。また、Google Spreadsheet に表示される際の名前はプライバシーの観点から任意のニックネームとした。2 週間程度プロトタイプを使用してもらい、使用感についてインタビュー調査を行った。

## 4. 考察

### 4.1 プロトタイプの評価

本プロトタイプを、先に挙げたコロナ禍における入退室管理システムに必要な要件をもとに評価した。インタビュー調査の結果、利用者にかかる負担は入力及び、フォームのリンクを探す手間が無くなったため、大幅な改善が見られた。しかしながら、ユーザーが事前に Google Spreadsheet を開いて、現在の密集度を確認する必要があるため、軽微な手間が残るといった意見があった。プライバシーに関してはニックネームを採用したが、個人を推定できるニックネームの場合、抵抗感があることが分かった。今後は人数（接続端末数）のみの表示が検討される。密集度の検知としては、登録したユーザーが入退室した際、正確に Google Spreadsheet に反映することができた。しかし、Raspberry Pi 4 を設置した部屋の近辺にユーザーがいた場合も、検知されることがあったため、Raspberry Pi 4 の設置場所、検知の指向性等を検討する必要がある。

その他の課題として、登録端末数の増加に伴い疎通性の確認にかかる時間の増加が確認された。登録端末数を 11 台に設定したところ、疎通確認から Google Spreadsheet へ反映するまでに約 3 分かかった。今後、収容人数の大きな教室に本システムを実装する場合、疎通確認が必要となる端末数が増えることが予想されるため、一定のリアルタイム性を保持できるスペックの機器が必要となる。

### 4.2 今後の課題

現段階では、事前に利用者の Bluetooth アドレスをデータベースに登録しておく必要があるため、学生数の規模や年度ごとの学生の入替わりを考慮すると実装・運用方法を見直す必要がある。また、学外から一時的な訪問があった場合も、端末を検知することができないため、事前登録制というシステム自体に限界がある。そのため、今後はアクセスポイントの変化、疎通が確認された時間等の情報をもとに人が使用している端末と常設されている機器を自動で判別できるシステムが必要である。それによって、端末の Bluetooth アドレスを事前に登録することなく、学内の密集箇所を特定できるシステムを検討する。また、Google Spreadsheet を開く手間を無くすために、スマートフォンへの通知機能、研究室の前にランプを置いて密集度を表示するといった積極的な情報発信が必要である。

密を回避するためには、Bluetooth を用いた疎通性確認だけでは、正確な密集度合いを計測することができなかった。そのため、目視による確認などユーザーの負担とならないような管理システムを組み合わせる必要がある。

## 5. まとめ

本論文では、コロナ禍における適切な入退室管理方法として、Bluetooth アドレスと Raspberry Pi 4 を活用した自動入退室管理システムのプロトタイプの開発と評価を行った。検証の結果、室内に設置された Raspberry Pi 4 と学生が使用している端末の Bluetooth 接続情報をもとに、自動で入退室状況を判定することに成功した。しかしながら、Bluetooth を用いた疎通確認だけでは、正確な密集度合いを検知することは難しいため、目視による確認など、複数のシステムを組み合わせる必要がある。プロトタイプでは、ユーザーが能動的に Google Spreadsheet を見て密集度を確認するという手間が残ったため、今後は通知機能などを使った積極的な情報発信が必要と考えられる。

また、学外からの施設利用、施設を利用する人数の規模、年度ごとの学生の入替わり等を考慮すると、事前登録システム自体に限界の可能性もある。そのため、接続時間、アクセスポイントの変化といった情報から常設の機器と人が使用している端末を自動で判別し、事前登録が不要な入退室管理システムが必要である。

## 参考文献

- [1] 根本隆行, 岩本隆宏ほか: 「顔認証システム」による学生出欠管理の利点と注意点, 福岡大学医学紀要, Vol. 47, No. 2, pp. 157-161 (2020).
- [2] 山下大悟, 工藤司ほか: 位置情報を用いた入退室管理システム, 第 82 回全国大会講演論文集, Vol. 2020, No. 1, pp. 597-598 (2020).
- [3] 新潟大学: 新型コロナウイルス感染症拡大防止に係る座席管理システムの導入について(2021年4月7日掲載)(2021). <https://www.niigata-u.ac.jp/information/2021/85989/>.
- [4] 石川さと子, 井上賀絵, 登美斉俊: 新型コロナウイルス禍における遠隔授業への対応と対面授業実施に向けた取り組み—アンケート結果を交えたふり返り, 薬学教育, pp. 2020-077 (2021).
- [5] 大阪市立大学: 新型コロナウイルス感染症に対する本学の方針について(第 20 版)(2021). <https://www.osaka-cu.ac.jp/ja/news/2020/200206-2>.
- [6] 東京大学: 新型コロナウイルス感染症に関連する対応各キャンパスの入構制限情報(2021). <https://www.u-tokyo.ac.jp/covid-19/ja/safety/entry-restrictions.html>.
- [7] 富重秀樹, 井上純一, 畑瀬卓司, 和田数字郎, 福田豊: 無線 LAN 接続情報を利用した密集度表示システム, AXIES 大学 ICT 推進協議会 2020 年度年次大会, WP-7 (2020).
- [8] 文部科学省: コロナ対応の現状、課題、今後の方向性について(2020). [https://www.mext.go.jp/content/20200924-mxt\\_k\\_eikaku\\_0000100973.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20200924-mxt_k_eikaku_0000100973.pdf).