

# 大学における COVID-19 対策としての IT を用いた行動履歴記録支援

松原 克弥<sup>1,a)</sup> 林 友佳<sup>1</sup> 零石 卓耶<sup>1,†1</sup> 川谷 知寛<sup>1</sup>

受付日 2021年8月22日, 採録日 2022年2月4日

**概要:** 日常生活のなかで実践が求められている COVID-19 感染対策の 1 つに, 行動履歴の管理がある. COVID-19 感染者の行動履歴は, 感染経路や接触者の特定につながる重要な情報源となる. しかし, 記憶のみを頼りとした滞在履歴の想起は精度に課題があり, 自治体などから推奨されている帳票による行動履歴記録も普及していない. 本研究では, 特に大学キャンパス滞在時における行動履歴の記録を支援することを目的として, キャンパス内に設置した BLE ビーコンと入構者が所有するスマートフォンを用いて, 手間や負担の少ない高精度な滞在履歴記録を実現する. これまでの他の接触確認システムと異なり, データ収集管理を行うサーバを必要とせず, スマートフォンのみに滞在履歴を記録する本システムは, 行動監視や情報漏えいに対するシステム利用者の不安と導入時のシステム構築や情報管理に対する負担の両方を軽減できる. 本論文では, 実装システム導入後の対象学生に対するアンケートと被験者実験の結果から, 個人情報保護に配慮した本システム設計の正当性, および, 日常の行動履歴記録に対する意識向上と想起できる滞在履歴の精度向上に対する本システムの貢献を確認できた.

**キーワード:** 屋内位置測位, BLE ビーコン, モバイルアプリ, 個人情報保護, コンタクトトレーシング

## On-campus Lifelogging to Prevent COVID-19 Spread at the College

KATSUYA MATSUBARA<sup>1,a)</sup> TOMOKA HAYASHI<sup>1</sup> TAKUYA SHIZUKUISHI<sup>1,†1</sup> TOMOHIRO KAWATANI<sup>1</sup>

Received: August 22, 2021, Accepted: February 4, 2022

**Abstract:** One of the countermeasures against COVID-19 infection that needs to be practiced in daily life is the management of behavioral history. The action history of COVID-19 infected person could be an important source of information to identify the route of infection and the contact person. However, the stay history recalled from human memory may be vague, and a recording sheet for action history, provided by some local governments, has not become familiar. We aim to support lifelogging, especially when staying on a university campus, by using BLE beacons installed on the campus and smartphones owned by visitors to the campus to realize highly accurate recording of stay history with little effort and burden. This study implements a lifelogging system to help users record their stay history only on their smartphones without any servers for data collection and management. In comparison with the existing related systems for contact tracing, the system design can reduce users' anxiety about behavior monitoring and information leakage and the burden of system construction cost and personal information management. In this paper, the results of questionnaires and an experiment with students indicate the validity of the system design with consideration of privacy protection. Moreover, we confirm that the system can affect the awareness of lifelogging and also improve the accuracy of the stay history users can recall afterward.

**Keywords:** indoor location tracking, BLE beacon, mobile app., privacy protection, contact tracing

<sup>1</sup> 公立はこだて未来大学  
Future University Hakodate, Hokkaido 041-8655, Japan

<sup>†1</sup> 現在, 株式会社リクルート  
Presently with Recruit Co., Ltd.

<sup>a)</sup> matsu@fun.ac.jp

### 1. はじめに

2020年1月に日本で最初の感染者が確認された新型コロナウイルス感染症(以降, COVID-19)は, 1年以上経

過した現在も国内外で流行が継続しており、多数の学生が集まる大学においても、COVID-19 対策と日常の活動を両立させる「ニューノーマル」への対応が求められている。COVID-19 対策の1つとして、授業のオンライン化が急速に進められてきたが、実習やフィールドワークなどオンライン対応が困難な形式の授業の存在やオンライン授業科目における修了率や単位取得率の低下、対面授業などの直接的な人的交流をともなう学修機会の確保を求める文部科学省からの通知 [4] もあり、大学構内に学生が滞在することを前提とした COVID-19 対策が求められている [5]。

本研究は、IT を活用して「大学における COVID-19 対策」を実現することを目的としている。特に、大学キャンパスが COVID-19 感染源となる、クラスター対策を目的として、クラスター発生の有無と場所を特定するための、行動履歴管理にフォーカスする。これは、COVID-19 に感染した患者やその濃厚接触者、疑似症患者に対して、自治体（保健所）が行う聞き取りや大学などの所属先への報告において、行動履歴の情報提供を求められるためである。報告された行動履歴は、感染経路や接触者の特定につながる重要な情報源となり、その精度がクラスター対策の有効性を左右する。また、大学においては、注意喚起を行う対象者や一時的な封鎖・消毒実施の対象となる構内区域を特定するために、報告された行動履歴を活用することも考えられる。

本研究では、学生や教職員が大学キャンパス内で滞在した場所を自動推定して記録するシステムを実現する。キャンパス内の大部分を占める、建物内における滞在場所を推定するために、BLE (Bluetooth Low Energy) ビーコン（以降、ビーコン）を用いる。滞在場所として識別する範囲ごとにビーコンを設置し、入構者が携帯したスマートフォンで設置したビーコン信号を受信することで、移動ごとの滞在場所を自動的に推定する。本システムの設計や実装では、プライバシー保護と導入の容易さを対処すべき最重要課題として考慮する [10]。推定した滞在履歴は、スマートフォン内でのみ記録し、保存する記録には個人や受信端末を特定する情報を含まないようにする。さらに、サーバで個人情報や滞在履歴情報の収集・管理を行わないシステム設計や、外部への情報漏えいの原因となりうるネットワーク通信処理を実装から排除する実装により、行動監視や情報漏えいに対するシステム利用者の不安と導入時のシステム構築や情報管理に対する負担の両方を軽減する。記録した滞在履歴は、自らの行動履歴を確認することによる COVID-19 感染リスクの認知や感染対策に向けた行動変容への効果、感染発覚時の保健所や大学への行動履歴報告の精度を高めるために用いられることを想定する。

以降、2 章では、大学における COVID-19 対策を説明するとともに、本研究における目的を定義しアプローチの方法を示す。3 章では、本研究で実現する IT システムの要件定義と機能設計について述べる。4 章では、IT を用いた

COVID-19 感染対策の関連研究を示し、機能や特徴について本研究との比較を行う。5 章では、前章で示した設計に基づいたシステムを実現する際の技術的課題とそれに対処する実装手法について述べる。6 章では、設計・実装したシステムに対するアンケートと実験を用いて、システム設計の正当性と機能の有効性を評価する。最後に、7 章で、まとめと今後の課題について述べる。

## 2. 大学における COVID-19 対策

多くの大学では、対面授業の実施を段階的に再開しており、登校する学生数が増加している。一方、大学キャンパスには、クラスター発生のリスク要因である「大人数が狭い空間に長時間滞在する」状況が想定される機会や場所が多数存在しており、実際、大学生の集団感染もいくつか発生している。そのため、政府や自治体が主導する個人における COVID-19 対策に加えて、大学関係者によるクラスター発生への対策が求められている。

### 2.1 行動履歴管理の重要性と課題

クラスターへの対策は、患者の感染経路や感染源を推定してクラスターの発生を検出し、クラスター発生場所の封鎖や消毒、および、濃厚接触者の追跡や自宅待機の行動自粛要請などの対処により、以降の感染拡大を防ぐことである [1]。自治体によるクラスター対策として、積極的疫学調査が行われている [11]。積極的疫学調査では、患者やその濃厚接触者、疑似症患者に対して、直近 14 日間の行動履歴の聞き取りが行われる。提供された行動履歴は、感染源や感染経路の推定、濃厚接触者の特定、クラスター発生場所の特定における情報源となる。

また、大学の運営組織からも、学生や教職員を対象として、COVID-19 感染発覚時に、行動履歴を含む報告を求めている。報告された感染情報は、他者接触や体調に関する注意喚起を促す関係者への連絡実施や、感染者が利用した大学施設の封鎖と消毒の実施を行うために活用される。

以上のように、患者や濃厚接触者の行動履歴情報はクラスター対策における重要な情報であり、高い精度が求められる。しかし、通常、過去 2 週間という比較的長い期間の行動履歴が求められることから、患者や関係者の記憶だけを頼りに行動履歴を探索するのは非常に困難である。いくつかの自治体では、行動履歴表などの様式サンプルを提供しつつ、日常生活における行動履歴の記録を推奨しているが、メモによる記録は手間がかかるため、あまり普及していない。一方、記録の手間を軽減するために、大学や職場などの所属組織により行動履歴を一括管理することが考えられるが、プライバシー配慮や個人情報管理の責任と負担から、導入への障壁が高い。加えて、コロナ禍において迅速な対策が求められるなか、行動履歴を収集管理するためのシステム構築や運用者の確保などの導入コストも大きな課題と

なる。

## 2.2 目的とアプローチ

大学における COVID-19 対策が必要とされている状況において、本研究では、学生や教職員などの大学に入構する関係者に対して、キャンパス内の滞在履歴を記録するように促すことで、COVID-19 感染時の行動調査において、記録した滞在履歴に基づいた精度の高い行動履歴情報が自治体（保健所）や大学へ提供されることを目的とする。大学への滞在歴がある COVID-19 感染者の精度の高い行動履歴情報が保健所へ提供されることで、迅速かつ高精度に濃厚接触者の特定が可能となることが期待できる。また、キャンパス内の行動履歴情報が大学当局へ任意提供されることで、該当区域の速やかな閉鎖と消毒処理を実施することができる。また、同区域に滞在歴がある関係者に対して、健康観察などの注意喚起を促すことも可能となる。さらには、本研究を通して大学関係者へ行動履歴管理の重要性を周知することで、キャンパス内での活動における COVID-19 感染リスクの意識向上と感染対策に向けた行動変容が起きることを目指す。

前述の目的に対して、本研究では、大学関係者に対して行動履歴管理を促す手段として、キャンパス内における滞在履歴の記録を支援する IT システムの実現と導入を行う。本システムでは、大学が関係者全員の行動履歴を一括で収集管理するのではなく、各自が行動履歴記録を行う際の負担を軽減し、行動監視や情報漏えいなどの行動履歴記録に対する不安を解消する。また、自らが行動を記録してその履歴を管理することで、COVID-19 対策としての滞在履歴記録の促進と滞在場所の感染リスク認識による行動変容を促す。同時に、過度な個人情報の収集管理を排除した簡素なシステム構成にすることで、導入コストを軽減した迅速なシステム導入を可能にし、さらに、将来の他大学・周辺施設への導入拡大も考慮する。

## 3. キャンパス滞在履歴記録システム

本システムは、大学が実施する COVID-19 対策の 1 つとして、大学に登校する学生・教職員を対象として、キャンパス内の滞在履歴を記録するための機能を提供する。

前章で述べた行動履歴記録における課題と現状に対して、以下に述べる方針でシステムを設計する。

**設計方針 1** 接触の履歴ではなく、各自の滞在場所を記録する。

**設計方針 2** 従来の行動履歴記録で行われているメモや QR コードの読み取りと比較して、記録にともなう手間を軽減する。

**設計方針 3** 教室や研究室などのキャンパス内の滞在場所を特定して記録する。また、固定した座席がないオープンスペースなどの教室以外の場所も対象とする。



図 1 平常時における処理フロー

Fig. 1 Process flow under normal conditions.

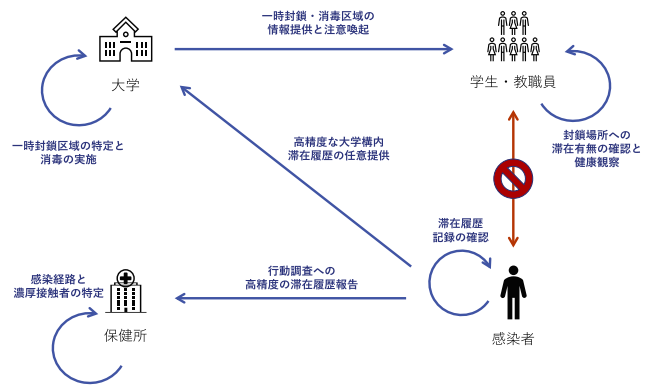


図 2 感染発覚時の処理フロー

Fig. 2 Process flow when an infection is detected.

**設計方針 4** 滞り場所の特定と記録に対する心理的負担を軽減するために、大学が個人の行動履歴を収集・管理することなく、行動履歴は自己で管理することとし、各自の意思で履歴を確認して、必要に応じた情報提供を行うことを想定する。

**設計方針 5** システム構成を簡素にしつつ個人情報管理の運用負担を軽減することにより、迅速なシステム導入と展開を可能にする。

前述の設計方針に沿って、本システムでは、個人が日常的に携帯可能なデバイスにおいて、キャンパス内の滞り場所の識別機能とその記録機能を実現する。その際、記録にともなう手間を軽減するために、ユーザとのインタラクションなしに構内滞り場所の識別を行うことを可能にする。また、行動履歴を想起する際に、記録を確認するための滞在履歴の可視化を実現する。さらに、記録した滞在履歴情報を直接保健所などへ提供することは想定していないが、記録のバックアップや大学への任意提出を実現するための手段として、別のシステムに本システムが持つ記録を引き渡す機能を実現する。

実現するシステムを導入した際の各ステークホルダ間の処理フローを、図 1 と図 2 に示す。平常時は、大学から滞在履歴記録を支援するための IT システムを提供する（図 1 参照）。学生・教職員は、この IT システムを使ってキャンパス滞在時の滞在履歴の記録を行う。このとき、滞在履歴の記録は自己管理することとし、大学が個人の滞在履歴情報を収集したりせず、サーバの設置なども不要とする。感染が発覚した際は、感染者は、滞在履歴記録を確認して、保健所による行動調査に対応したり、大学への滞在履歴に



関する情報を任意で提供する (図 2 参照). 大学は, 任意提供された滞在履歴情報を活用して, 一時封鎖すべき区域を特定したうえで消毒を実施するとともに, 封鎖区域の情報とともに大学関係者への注意喚起を促す. 学生・教職員は, 自己管理する滞在履歴記録と大学から連絡された封鎖区域情報を照らし合わせて, 感染リスクがある滞在がないかを確認し, 場合によっては健康観察などの感染対策をとる. このとき, 感染者の個人情報が他の学生・教職員と直接共有されることはなく, 感染者も, 提供する情報の範囲を自ら制御できる.

一方, システムの速やかな実現と導入を優先するために, 滞り場所測位における必要以上の精度向上は優先しないこととする. 本システムが記録する滞在履歴は, 直接かつ無加工で保健所や大学へ提出するのではなく, 報告する行動履歴を想起するための情報元として利用することを想定する. 滞在位置の誤検知にともなう記録に含まれる多少の誤りは, 記録の閲覧をきっかけにユーザの (脳による) 記憶から想起できる行動履歴で補正されることが期待できる. また, 同じ理由により, 滞在履歴記録の共有機能や, 記録間の比較機能は実現を優先しない. さらに, 過密状況の判定などの行動履歴管理以外の COVID-19 対策も実現の対象としない. 加えて, 大学における COVID-19 対策が目的であるため, 大学キャンパス以外の場所への滞在や行動も記録の対象外とする.

本システムを導入する効果は, 保健所や大学への行動履歴報告の精度が向上することである. また, 本システムを用いて行動履歴管理を自己実施することで, COVID-19 に関する認識・意識が向上し, 感染対策への行動変容が起きることを期待する.

#### 4. 関連研究

行動履歴に基づく感染経路や接触者の特定や, 感染対策としての消毒個所の特定のために, IT を用いたソリューションがいくつか実現されている.

NTT の白井, 岸野らの研究では, 人が触れた箇所を可視化することで, 消毒すべき箇所を明確化するシステムを開発した [2], [3]. 人がものに触れると, その表面に熱痕跡と呼ばれる人の体温がしばらく残る特性を活用して, 熱痕跡をサーモグラフィカメラで検出して, プロジェクタにより可視化する. このシステムは, 消毒すべき箇所を高精度に特定できるが, 誰が触れたかを区別することはできないため, 感染者が触れた箇所を特定することは難しい. また, 熱痕跡は時間とともに検出が困難になっていくため, 後日の PCR 検査で感染が発覚した時点では検出できない可能性が高い.

厚生労働省が主導して開発された, 新型コロナウイルス接触確認アプリ COCOA [6], [7] は, Bluetooth を利用して, お互いに個人が特定できないようにプライバシーを確保

しつつ, 新型コロナウイルス感染症の陽性者と接触した可能性について通知を受けることができる. アプリがインストールされたスマートフォン間で互いの Bluetooth 信号にのせて発信された ID の受信結果を蓄積することで, COVID-19 患者の ID 情報から接触有無を特定して通知する. COVID-19 の感染リスクは, 接触した空間の状況 (屋内・屋外, 密度) に依存するにもかかわらず, COCOA では, 互いの接近距離とその時間のみで接触の判断を行うため, たとえば, 十分な換気が期待できる屋外と密集した閉鎖空間における接触を同等に取り扱う. また, COCOA では, 接触した場所の情報を記録しないため, 感染者が滞在した場所を特定することができず, 滞り場所の閉鎖や消毒といった対策に必要な情報が得られないという課題も存在する.

近畿大学の小林ら [9] は, 大学構内における学生間のソーシャルディスタンス注意喚起と学内の密状態の把握を目的とした, 携帯可能な小型無線デバイスの開発を進めている. 携帯したデバイスが発信する BLE 信号を受信する機器 (Raspberry-Pi) をキャンパス内に設置して, デバイスを携帯する学生間の距離を推定するとともに, その情報をサーバに送信する際に接続した Wi-Fi アクセスポイントの位置から学生の滞り場所を特定する. サーバに収集された情報は, 学内の密状況を把握するために用いられる.

現在, 公立はこだて未来大学では, IT を用いた COVID-19 感染対策の 1 つとして, QR コードを用いた教室の入退管理システムを実現して運用している. 入室および退室時に, 机に貼り付けられた QR コードをスマートフォンのカメラで読み取り, デコードされた URL に設置されたフォームへ学籍番号などの情報を入力する.

東京大学の MOCHA [8] は, ビーコンをキャンパス内に配置し, スマートフォンのモバイルアプリでそれらのビーコン電波を受信することで屋内における滞り場所の推定を行い, その情報をサーバに蓄積する. サーバに蓄積された情報は, 入構者へ情報提供される各教室などの混雑状況の判別に用いるとともに, ユーザが同意すれば, 感染者の行動履歴情報と匿名化された接触者情報が大学へ提供される.

表 1 は, 前述の関連研究のうち, 滞在履歴記録が可能な 4 つのシステムの機能や特徴をまとめたものである. これら関連システムと本提案システムの機能や特徴に関する違いについて, 以下に述べる.

**記録時の手間** QR コードを用いたシステムでは, 滞り場所の入室と退室ごとに明示的なカメラ起動を行って, QR コードを読み取る作業が必要となる. また, 登録する滞在情報を個人と関連づけて管理するための情報入力も必要となる. 近畿大学のシステムでは, キャンパス入構時にデバイスを携帯するだけで, 入構者に対する明示的な作業を必要とせず滞り場所の追跡ができる. また, MOCHA と LATTE も, 入構時にアプリを

表 1 関連研究と提案システムの機能比較  
Table 1 Comparison with related works.

	近畿大学	QR コード	MOCHA	LATTE (提案システム)
機能	混雑度計測 滞在場所記録	滞り場所記録 混雑度計測	滞り場所記録 混雑度計測 施設予約 ユーザ間位置共有	滞在場所記録
記録時の手間	入構時のビーコン携帯	入退室ごとの明示的読み取り フォームへの情報入力	入構前のアプリ起動	入構前のアプリ起動
履歴情報の管理者	システム運用者	システム運用者	システム運用者	ユーザ
収集・管理される情報	全ユーザの行動履歴	全ユーザの行動履歴	全ユーザの行動履歴	なし
接触者の追跡	(未定義)	運用者が実施	運用者が実施	各自で確認
履歴の自己確認	×	×	○	○
誤検知の確認・訂正	×	×	×	○ (情報提供時)
ゲスト利用	○ (混雑度判定のみ)	△ (ユーザ登録が必要)	△ (ユーザ登録が必要)	○
導入時の負荷	ビーコン受信機の設置 データ管理サーバ構築 ビーコン配布	QR コードの貼付 データ管理サーバ構築	ビーコン設置 データ管理サーバ構築 アプリインストール	ビーコン設置 アプリインストール

起動するだけで、移動のたびに滞在場所を自動推定して記録する。

**滞在履歴の管理** 提案システム LATTE 以外の関連システムでは、全ユーザのキャンパス滞在履歴情報をサーバに収集するため、個人情報である本情報の厳重な取り扱いの責任をシステム運用者が負う必要がある。また、感染者の接触者追跡もシステム運用者が行い、特に MOCHA では、大学当局への情報提供時も匿名化される接触者をシステム運用者が把握することになる。LATTE では、滞在履歴情報は各ユーザのスマートフォンにのみ保存されるため、システム運用者が個人情報を扱う必要がない。また、LATTE では、感染者から任意提供される滞在履歴情報のみ管理すればよく、匿名化した感染者の滞り場所情報をユーザへ提供することで各ユーザが接触有無を確認する。そのため、大学やシステム運用者に対する個人情報管理の負担が非常に少なく、ユーザに対しても行動監視に対する抵抗感や収集された個人情報の漏えいや目的外利用への不安が少ない。

**接触者の追跡** 大学入構者が COVID-19 に感染したことが判明した際、接触者の追跡と該当者への連絡が必要となる。QR コードを用いたシステムでは、システム運用者がすべての入構者ごとの滞在履歴情報を管理しているため、感染者の滞在履歴と全入構者の滞在履歴を比較することで、迅速に接触者を特定して連絡することができる。MOCHA では、接触者への対応として、システム運用者が感染者の滞在履歴から特定した接触者の情報を匿名化して、大学当局へ通知する手順を定めている。また、該当者へ連絡は、大学当局からの依頼によって、MOCHA のシステム運用者が行うこととなっている。LATTE では、感染報告とともに任

意提供された滞在履歴情報を提供することで、各ユーザが自分の滞在履歴と比較して接触の有無を確認することを想定している。QR コードを用いたシステムや MOCHA では、システム運用者による迅速な接触者追跡が可能であるが、感染発覚ごとのシステム運用側の作業負担が比較的大きく、短期間に感染者が急増した場合、システム運用者が過負荷状態となってしまうことが考えられる。一方、LATTE は、接触有無の確認に対する責任と負担が各ユーザへかかることになるが、接触者追跡にともなう負荷がシステム運用者に集中しないため、短期間での感染者急増時においても十分対応できる。

**滞在履歴の自己確認** 近畿大学のシステムは、混雑度を計測することが目的であるため、ユーザが自分の滞在履歴を確認する機能がない。QR コードを用いたシステムも、スマートフォンに滞在履歴を保存しないため、ユーザが登録した滞在履歴を確認するための手段を別途実現する必要がある。MOCHA と LATTE は、ユーザが自らの滞在履歴を確認する機能を持つため、同一場所での長期間滞りや混雑した場所の滞在頻度を意識することができ、COVID-19 感染対策を意識した行動を促す効果が期待できる。

**誤検知の確認と訂正** QR コード以外のシステムでは、ビーコン電波を用いて滞り場所を特定するため、電波状態の変化などによって滞り場所を誤検知する可能性を考慮する必要がある。近畿大学のシステムや MOCHA は、ユーザが誤検知を訂正する手段が提供されていない。特に MOCHA では、感染発覚時の処理フローにおいて、滞在履歴情報や接触者情報がユーザを介さずにシステム運用者から大学へ直接提供されることとなっているため、感染者や接触者となりうるユー

ザが滞在履歴に含まれる誤検知を訂正するタイミングがない。LATTEにおける感染発覚時の大学への情報提供では、感染発覚したユーザ自身がスマートフォンから滞在履歴を取り出して任意提出し、接触者となりうるユーザも自ら滞在履歴を比較することで接触の有無を確認する処理フローとなるため、提出や比較に用いる滞在履歴情報に対する誤検知の訂正や開示したくない情報の削除が可能である。

**ゲスト利用** 大学では、学生や教職員以外の一時入構ゲストの来訪が想定されるため、ゲストと大学関係者の接触有無を確認できることが重要となる。近畿大学のシステムは、携帯デバイスをゲストに貸与することで、混雑度判定にゲストの滞在も反映することができる。QRコードを用いるシステムでは、入力される学籍番号などで個人を特定するため、個人を特定するためのユーザ登録を行わないとゲストへの対応が難しい。MOCHAは、ゲストへの対応も想定されているが、ユーザ登録が必要となっており、また、施設予約など一部の機能が利用できない。LATTEは、各自のスマートフォンにアプリをインストールするだけで利用できるため、ゲストの利用も容易である。ゲストが感染した際は、電子メールなどの手段を用いてスマートフォン内の行動履歴情報を大学へ提出することができる。実際、オープンキャンパス参加のために入構した高校生に対して、LATTEを利用したキャンパス内滞在履歴記録を行った実績がある。

**システム導入時の負荷** 滞在履歴を収集する関連システムとLATTEでは、システム導入に対する負荷が大きく異なる。近畿大学のシステムでは、携帯デバイスからの信号を受信してサーバへ送信する機器をキャンパス内に設置する必要があるが、設置場所に対してWi-Fiや電源を必要とする。また、MOCHAは、滞在履歴情報を管理するサーバを準備する必要があり、スマートフォンからのデータ収集のためにインターネット接続が必須となるにもかかわらず、個人情報を厳重に管理する必要があるため、サーバの構築や運用に対する負担が大きい。MOCHAとLATTEはキャンパス内にビーコンを設置する必要があるが、電波送信のみを行い、電池やバッテリーで長期間稼働するビーコンの設置には、別途電源やWi-Fiを必要とせず、サイズも小さいため設置場所への制約が少ない。サーバを必要とせず、ビーコン設置とスマートフォンアプリの配信のみで導入できるLATTEは、導入への負担が非常に小さく、大学以外の施設や他大学への導入拡大も期待できる。

## 5. 実装

前章で定義した要件定義や機能設計にそってシステムを

実装する際、解決すべき技術的課題がある。以降、それぞれの技術的課題と実装における解決手法を述べる。

**キャンパス内滞在場所の測位**：キャンパスのほとんどが屋内であるため、滞在場所の推定を行うための技術が必要となる

**個人所有の携帯可能デバイスへの導入**：個人が常に携帯できるデバイスで、かつ、導入コストを削減するために、個人所有のスマートフォンに実装する。個人所有デバイスは、デバイスハードウェアやOSの仕様が統一されていないため、導入やメンテナンスコストを削減する実装手法が求められる

**個人情報保護と情報漏洩対策**：接触確認アプリが日本を含む各国に導入される際、行動履歴を含む個人情報・データの保護、公益性とプライバシーのバランスに関する議論が起きている [12], [13]。滞在履歴は個人情報であるため、滞在履歴記録の管理には細心の注意が必要となる。また、個人情報を扱うITシステムは情報漏洩にも十分な対策を行う必要がある。

### 5.1 位置測位

屋内を含むキャンパス内における位置測位を実現する技術として、BLE (Bluetooth Low Energy) 規格に準拠して無線電波を発するビーコンを採用する。ビーコンを用いた位置測位技術は、屋内への対応、位置測位粒度、設置の容易さ、省電力、そして、代表的なBLE受信可能デバイスであるスマートフォンが普及しているという利点がある。

ビーコンを用いた位置測位では、数メートル程度の範囲ごとの滞在場所を推定することを想定して、受信したビーコン信号のTxPowerとRSSI(受信電波強度)で最寄りビーコンを特定し、ビーコンと設置場所のリストから場所を特定する。ビーコンによる位置測位では、対象区域内にビーコン発信機を設置して、ユーザが所有するデバイスでビーコン受信と位置推定を実施する手法と、小型のビーコン発信機をユーザが携帯して、対象区域に設置したビーコン受信機でユーザのビーコン信号を受信することで位置推定を行う手法がある。前者の手法は、ビーコン発信機の設置が容易であるメリットがあるが、ユーザごとにビーコン信号を受信できるデバイスを所有している必要がある。しかし、前述のように、スマートフォンが広く普及しているため、受信デバイスの手配は大きな問題とならない。後者の場合、携帯可能なビーコン発信機を手配する必要があるが、現在、財布などに入れておける程度の非常に小さいビーコン発信機も市販されており、入手が容易である。また、スマートフォンを持ち歩かないユーザやゲストなどの一時的な入構者に対してモバイルアプリのインストールを求める必要がないメリットもある。しかし、ユーザの位置情報という個人情報をシステム側で収集することになり、プライバシーへの配慮と収集した個人情報の厳重な取り扱い



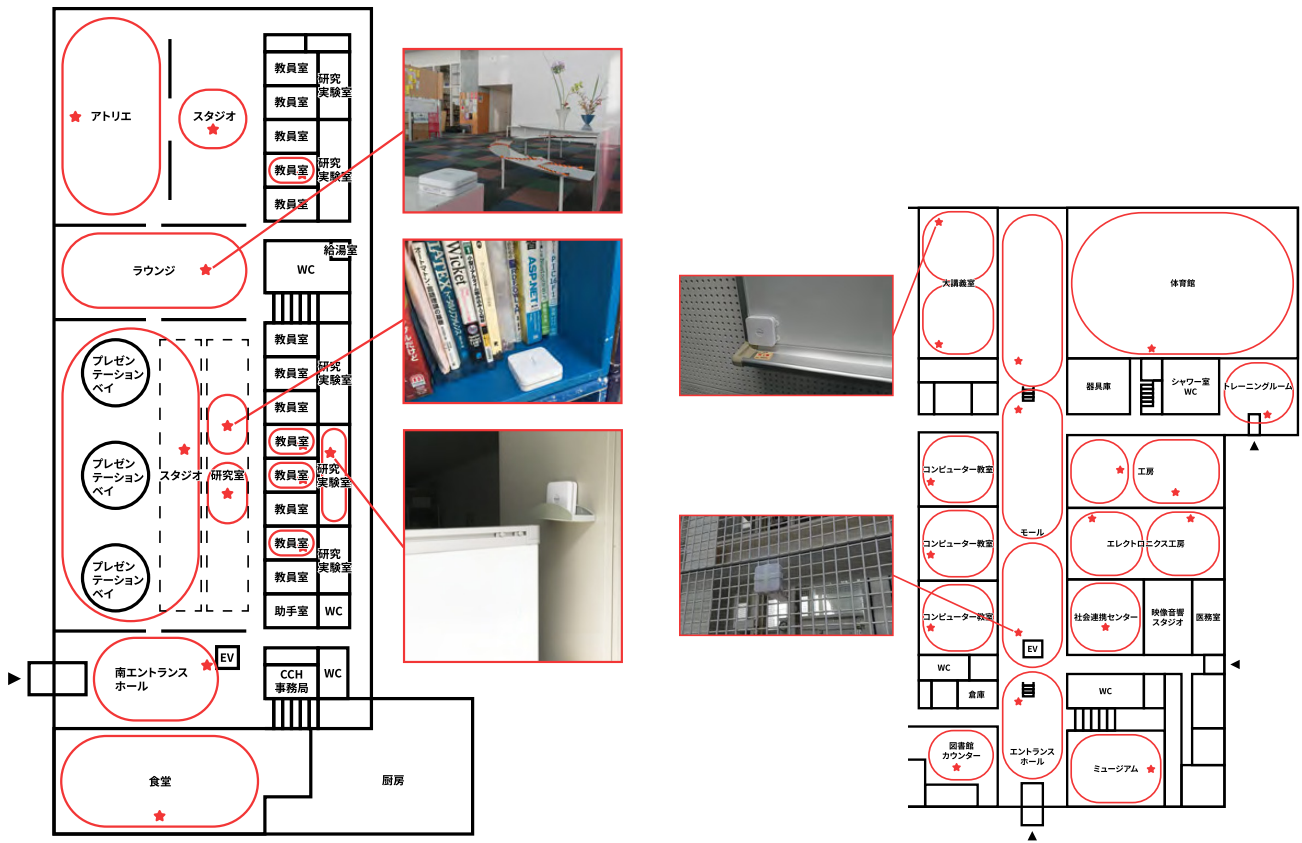


図 3 ビーコンの設置場所と位置識別範囲

Fig. 3 Coverage of each beacon installed on the campus.

を必要としてしまう。本実装では、極力個人情報を収集しない方針にそって、前者の手法を用いることとした。

ビーコンを用いた位置の推定手法には、近接性方式、三点測量方式、フィンガープリント方式の3つの方式が存在する。近接性方式は、最も近いビーコンの位置を現在位置として推定する方式である。実装が最も容易であるが、精度がビーコン設置数や環境に左右される。三点測量方式は、受信した3つのビーコンまでの距離から現在位置を計算する方式である。本方式では、ビーコンの正確な位置情報が必要となり、また、電波受信状況の変化に測位精度が影響を受ける。フィンガープリント方式は、あらかじめ多地点における各ビーコンの受信電波強度を測定しておき、実測で受信した電波強度に最も近い状態の地点を現在位置として推定する方式である。本方式は、キャンパスのような限られた範囲内で高精度に位置を推定できる可能性があるが、あらかじめ電波強度の調査を行う必要があり、導入までの準備のオーバーヘッドが大きい。本実装では、求められる測位精度と実現の容易さを優先して、近接性方式を用いて現在位置を推定することとした。

キャンパス内で複数の入構者が滞在する可能性の高い場所を優先的に選別し、前述の近接性方式を用いて現在位置を推定するためのビーコンを設置した。図3は、構内の一部におけるビーコンの設置位置(星印)と各ビーコンの電

表 2 キャンパスのビーコン設置数

Table 2 The number of beacons installed on the campus.

場所	設置数	場所	設置数
教室	21	会議室・セミナー室	13
研究室・院生室	22	工房・アトリエ	6
教員室	8	体育館・トレーニング室	2
ライブラリ	6	食堂・売店	2
事務局	4	他オープンスペース	19

波受信により識別する場所の範囲を記している。教室や研究室・院生室をはじめとして、会議室、食堂や体育館、ライブラリ、自習スペースやプレゼンテーション用の空間を含むオープンスペースなどへ、計103個のビーコンを設置した(表2参照)。教室は、大講義室や講堂などの200人以上収容の部屋を除いて、1つのビーコンで1教室を識別するように配置した。大講義室や講堂は、部屋の前後に設置した2つのビーコンにより識別可能な範囲を拡張した。オープンスペースや部屋が隣接する場所のビーコン設置では、ビーコンの電波出力を調整するとともに、壁や鉄柱、スチールラックなどによって一部方向への電波を遮蔽することで電波到達範囲を調整した。

## 5.2 デバイス対応

構内に設置したビーコンからの信号を受信して、特定し



図 4 モバイルアプリ LATTE における滞在履歴表示  
 Fig. 4 A screenshot of the LATTE mobile app.

た滞在場所の履歴を記録するモバイルアプリ LATTE を開発した。滞在履歴記録のためには、構内での移動・活動中も常に携帯している端末への本アプリのインストールが求められるため、学生や教職員の私用端末を利用してもらうことを想定した。プラットフォームの統一化が難しい私用端末に対応するため、React Native による実装により Android と iOS (iPhone/iPad) の両方に対応した。本アプリでは、バックグラウンドで一定間隔ごとに iBeacon レンジングを実施することにより、別のアプリ起動中やスマートフォンを直接使用していない間の滞在履歴記録を可能にした。特定した滞在場所は、場所を確認した時間とともにタイムライン形式で画面表示することで、ユーザが行動を認識できるようにした (図 4 参照)。

実装では、1分ごとに iBeacon レンジング処理を呼び出し、最も RSSI が大きいビーコンの設置位置を滞在場所として特定した。ただし、受信環境の不安定さなどにより、一時的に RSSI の値が大きく変化する可能性があるため、直近 2 回のレンジングで、最大 RSSI のビーコンが連続で一致した場合のみ記録することとした。なお、iOS における「連続するレンジングで異なる UUID の信号を受信したときのみアプリへ通知する」という位置情報取得における制約や Android の Doze などの OS 省電力制御により、数分から数十分間隔があく場合があることを確認した。前者の制約に対しては、キャンパス内のビーコン配置において、同じ UUID のビーコンが隣接しないように工夫することで、iOS における連続レンジングにおける通知の制約を回避するようにした。しかし、前章で定義したとおり、後者

の制御による測位情報の精度低下は、本記録により想起された記憶によって補正されることを期待することとした。

アプリケーションの配布において、公式ストアでリリースに必要なアプリケーション審査に時間かかることがあり、迅速なシステム導入の障壁となる可能性がある。本システムは、ユーザの対象が大学関係者に限定されていることから、COVID-19 対応として迅速な導入が求められることから、テスト向けアプリ配布プラットフォームである DeployGate (Android) と TestFlight (iOS) を利用することとした。Android 向けの DeployGate はリリースにおけるアプリケーション審査を必要とせず、iOS 向けの TestFlight は公式ストアに比べて簡易的な審査のみでアプリのリリースが可能となる。どちらのフレームワークにおいても、インストール時に通常よりも煩雑な作業が必要となるが、インストール後は、公式ストアのアプリケーションと同様に使用できる。

### 5.3 セキュリティ

本アプリの実装においては、個人情報保護と情報漏洩対策として、ネットワーク通信処理をすべて排除することとした。そのため、滞在場所の記録も、モバイルアプリがインストールされたスマートフォン内のローカルストレージへのみ行うこととした。また、記録する情報は、ユーザ個人を特定する情報はいっさい含まれないようにし、滞在場所の名前などの直接的な情報も含めず、ビーコン受信履歴のみとした。

ただし、COVID-19 感染が発覚した場合に、保健所や大学へ記録した滞在履歴を任意提供できるように、Android や iOS が提供するアプリ連携機能により、ローカルストレージに保存した滞在履歴記録を JSON 形式のデータとして外部へ取り出せるようにした。本データは、メールアプリとの連携によるメール添付や、Google Drive や iCloud などのネットワークドライブ・アプリとの連携によるネットワークストレージへのアップロードに対応する。

本論文執筆現在、LATTE を導入したキャンパスへの入構前後に COVID-19 感染が判明した該当者が存在しないため、本実装では、感染者との接触確認のための機能を含んでいない。しかし、本アプリ連携機能により取り出した JSON 形式の滞在履歴データは、スクリプトプログラムやライブラリなどを使って、読解や分析といった処理を行うことが比較的容易である。

## 6. 評価

LATTE の機能設計の正当性や行動履歴管理における有用性を評価するために、行動履歴管理に関するアンケート調査を実施した。アンケートは、行動履歴管理と LATTE に関する設問に対して、それぞれ最も近い回答を選択肢から選ぶ形式とした (設問と選択肢は付録 A.1 を参照)。ま



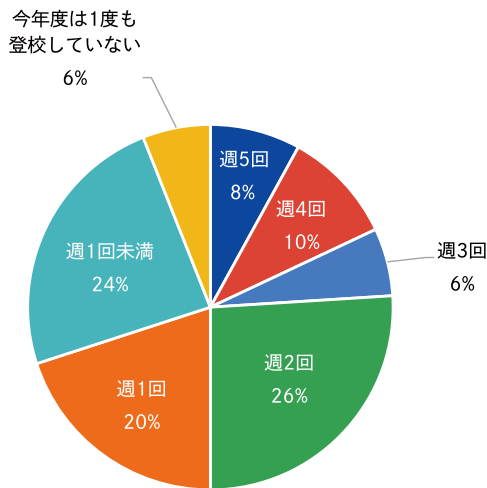


図 5 アンケート実施年度における学生の大学登校頻度  
Fig. 5 The average number of campus visits per week.

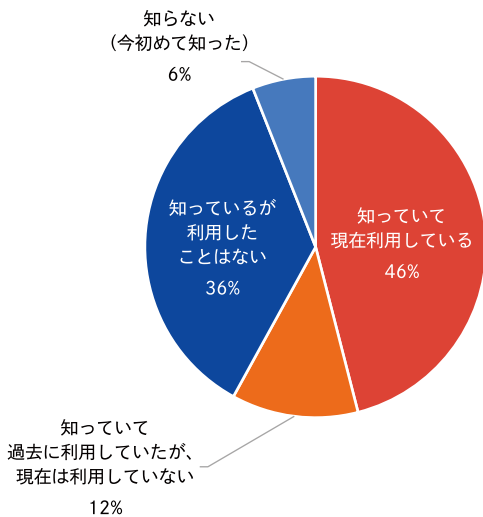


図 6 LATTE 利用者の割合  
Fig. 6 Percentage of LATTE users and awareness.

た、一部の設問のあとには、選択の理由を任意で回答できるように、自由記述形式の回答欄を追加した。

LATTE の利用有無にかかわらず、学内の全学生に対してアンケートへの協力を求めたところ、50 名からの回答を得ることができた。アンケートを実施した年度は、多くの授業がオンライン化されている状況であったが、回答者の 7 割は平均週 1 回以上大学に登校している (図 5 参照)。この結果から、アンケート実施期間は、多くの学生にキャンパス滞在の可能性があり、キャンパス内における滞在履歴記録の必要性がある状況にあったと考察する。

また、LATTE に関する調査の前提として、LATTE が十分に認知されている状態であるかを確認した。図 6 は、LATTE の認知度と使用者の割合に関する回答の集計結果を示している。回答者のほとんどが LATTE を認知しており、過半数が実際に使用したことがあるため、アンケート実施時は、有効な調査結果が得られる状況にあったと判断する。

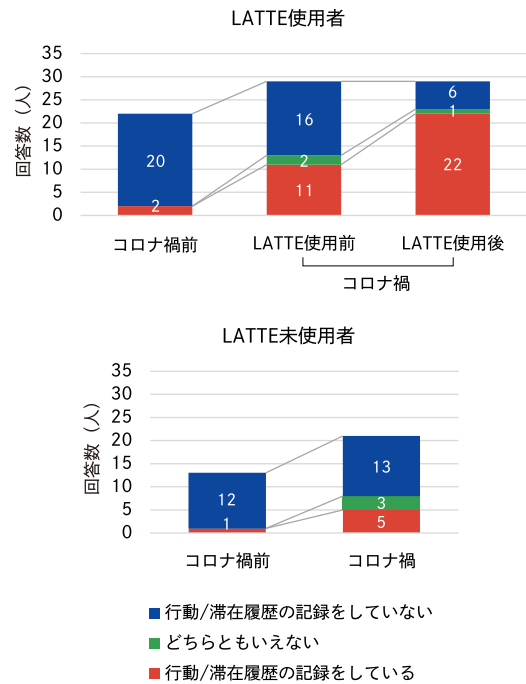


図 7 行動履歴記録の実施有無  
Fig. 7 Change in the number of people doing lifelogging.

### 6.1 機能設計の正当性

前述のアンケート回答から、LATTE の機能設計に対する正当性を評価する。

図 7 は、LATTE の使用者と未使用者のそれぞれにおいて、コロナ禍前とコロナ禍で何らかの行動履歴記録を行っている割合を示している。コロナ禍前よりもコロナ禍になってから何らかの行動履歴管理を行っている学生の割合が増加しているが、特に、LATTE 使用者のほうがその増加率が高い。この結果より、行動履歴記録の手段としての LATTE に関心を持ち、実際に LATTE を使用することで行動履歴管理を行うようになっていくことが推察できる。

次に、LATTE の各機能や特徴に対する魅力度のアンケート結果 (図 8 と図 9 参照) から、LATTE の各機能や特徴の正当性を評価する。LATTE の設計方針 2 と設計方針 3 に関連する、ビーコンによる位置推定については、LATTE 使用者の半数を超える回答者が大変魅力的であると感じている。個人情報保護と情報漏洩対策のための設計である、デバイス内でのみ記録を管理する設計やデータ通信を排除した実装は、LATTE 利用者で 6 割以上の回答者が大変魅力的であると感じており、LATTE 未利用者の回答でも魅力的と評価する回答が多かった。この結果は、LATTE の設計方針 1 と設計方針 4 の正当性を示している。しかし、デバイスのローカルストレージを圧迫しないための 14 日以前の滞在履歴削除や、データ通信の代替として実現した他アプリとのデータ共有機能に関しては、魅力的割合が低下しており、改善の余地を示唆する結果となった。加えて、個人所有デバイスへの対応において、React Native を用いた iOS と Android の両方同時対応は魅力として評価され

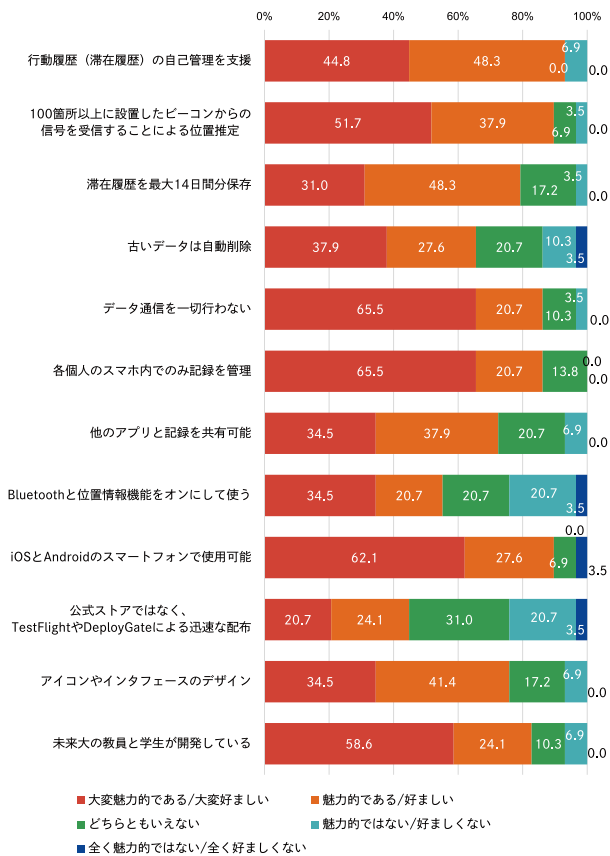


図 8 LATTE 使用者が感じる LATTE の魅力度

Fig. 8 The characteristics which attract LATTE users.

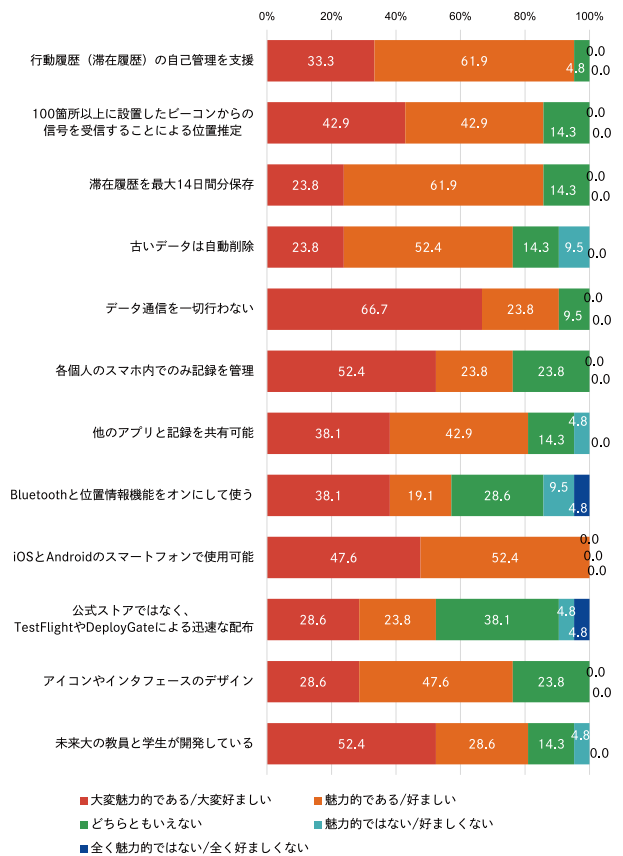


図 9 LATTE 非使用者が感じる LATTE の魅力度

Fig. 9 The characteristics which attract non-LATTE users.

ているが、設計方針 5 に関連して、迅速な導入と配布のためのテスト配布フレームワークの利用はあまり評価されていないことが分かった。テスト配布フレームワーク特有のインストール時の煩雑な作業を負担となっている可能性があり、公式ストアによる配布が今後の課題として顕著化した。

さらに、LATTE 未使用者に対して、使用しない理由を確認した。図 10 に示すとおり、LATTE 未使用者が考える最も大きな理由は、大学への登校機会が少ないことによることであった。さらに、前述のテスト配布フレームワークによるインストールや、登校時ごとにアプリの起動を必要とすることが負担に感じているということが導入の課題となっていることが分かった。この課題は、公式ストアによる配布に対応することで、解消できると考える。

## 6.2 行動履歴想起における有効性

過去の行動履歴を想起する際の LATTE の有用性を評価するための実験を行った。本実験では、登校時に LATTE を利用して滞在履歴を記録した学生を被験者として、登校日から 1 週間以上 2 週間未満が経過した時点で、過去の滞在场所と時間を想起するアンケートを実施することで、想起した行動履歴の精度を確認する。実験実施の事前告知が被験者の意識や行動に影響することを防ぐため、比較的登校機会が多い期末試験期間終了後に、LATTE を使って滞

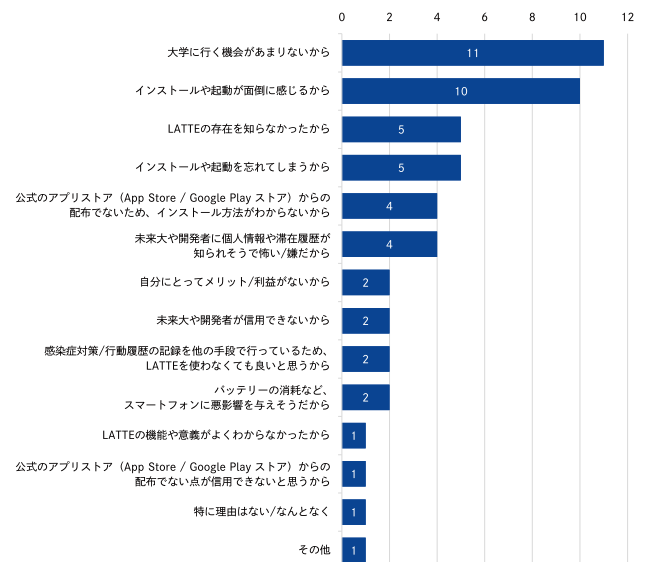


図 10 LATTE を利用しない理由

Fig. 10 Reasons for not using LATTE.

在履歴を記録している可能性が高い約 40 名の学生に対してアンケート協力の依頼を行った。アンケートは、LATTE の滞在履歴記録を確認する前と確認した後のそれぞれで、過去の登校日におけるキャンパス内の滞在场所と各場所での滞在時間を想起した後、想起できた割合を自己評価した結果を選択肢から選ぶ形式とした（設問と選択肢は付録

表 3 行動履歴想起に関する実験結果

Table 3 Experimental results on action history recall.

被験者	登校日	記録確認前			記録確認後			
		想起した 総滞在時間	想起できた 滞在场所	想起できた 各滞在時間	想起した 総滞在時間	想起できた 滞在场所	想起できた 各滞在時間	確認できた 誤検知数
A	8 日前	6~9 時間	1 カ所	まったく	3 時間未満	半分未満	1 カ所	6
B	9 日前	3~6 時間	1 カ所	1 カ所	6~9 時間	すべて	すべて	4
C	11 日前	6~9 時間	1 カ所	1 カ所	6~9 時間	1 カ所	1 カ所	6
D	11 日前	3~6 時間	半分未満	半分未満	9 時間以上	半分以上	半分以上	3
E	8 日前	6~9 時間	半分以上	半分未満	6~9 時間	半分以上	半分未満	3
F	8 日前	3 時間未満	半分以上	半分以上	3 時間未満	すべて	すべて	8
G	8 日前	3~6 時間	半分以上	半分以上	3~6 時間	半分以上	半分以上	0
H	9 日前	6~9 時間	半分以上	半分以上	6~9 時間	すべて	半分以上	1
I	10 日前	6~9 時間	半分以上	半分以上	6~9 時間	半分以上	半分以上	3
J	13 日前	6~9 時間	半分以上	半分以上	6~9 時間	半分以上	半分以上	8
K	14 日前	3~6 時間	半分以上	すべて	3~6 時間	半分以上	半分以上	4
L	9 日前	9 時間以上	すべて	半分以上	9 時間以上	すべて	すべて	3
M	12 日前	6~9 時間	すべて	半分以上	6~9 時間	すべて	半分以上	2
N	11 日前	6~9 時間	すべて	すべて	6~9 時間	すべて	すべて	2
O	13 日前	6~9 時間	すべて	すべて	6~9 時間	すべて	すべて	7
P	14 日前	6~9 時間	すべて	すべて	6~9 時間	すべて	すべて	2

A.2 を参照)。また、記録に含まれる滞在履歴のうち、誤検知と思われる記録の数、および、その誤検知記録が滞在履歴の想起へ与える影響について訪ねる設問を追加した。

期末試験期間後 1 週間のアンケート実施期間において、計 16 名から回答を得ることができた。滞在履歴の想起に関する回答を表 3 に示す。アンケート結果では、登校日からの経過時間と想起できた滞在の割合に相関は見られなかった。記録確認前ですべての滞在场所と時間を想起できた被験者 N, O, P を除いた被験者 13 名の回答において、記録の確認前後で想起できた滞在场所や滞在時間の割合に変化があった。さらに、被験者 K 以外の想起割合に変化があった被験者の回答において、記録確認前よりも記録確認後の想起できた滞在场所や滞在時間の割合が増加している。この結果から、LATTE による滞在履歴記録は、滞在履歴の想起における精度向上に対して有効に機能していると考察する。

被験者 K の回答では、想起できた滞在時間の割合が記録確認後に減少している。この要因として、滞在场所の誤検知記録の影響によるケースと、被験者の記憶に対する確信度の低下によるケースが想定できる。しかし、被験者 K の誤検知記録に関する回答は、「記録に誤検知が含まれているが、想起への悪影響があったとはあまり思わない」というものであった。したがって、被験者 K の滞在時間に関する想起できた割合の変化は、記憶の確信度低下によるものであると推察する。

また、滞在履歴記録から確認できた誤検知数を調べたところ、1 名を除く 15 名の記録に誤検知による誤った滞在履歴が含まれていた (表 3 参照)。しかし、その誤検知記録

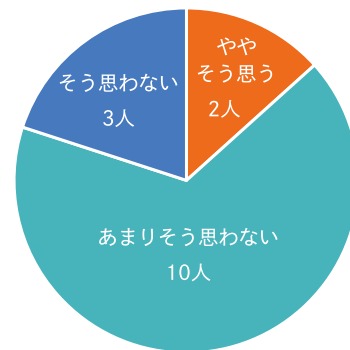


図 11 滞在履歴に含まれていた誤検知記録の影響 (誤検知記録がない 1 名の回答を除く)

Fig. 11 Impact of false-positive records in the lifelog.

が滞在履歴想起に悪影響を与えているかとの問いに対しては、2 名がややその影響を感じていたが、13 名はそれほど影響があるとは感じていないという回答だった (図 11 参照)。実際、A, B, F の被験者は、LATTE の記録に誤検知が多く含まれていたにもかかわらず、記録確認前よりも記録確認後に想起できた滞在场所や滞在時間の割合が増加している。この結果は、記録確認がきっかけで (脳の) 記憶から想起できた滞在履歴の精度が向上し、誤検知による誤った履歴も訂正できていることを示している。また、C, J, O の被験者は、誤検知が多く含まれていたにもかかわらず、記録確認前後で滞在场所や滞在時間の割合が減少していないことから、誤検知記録が記憶を混同させるような悪影響は少ないと推察する。これら結果から、誤検知が含まれている可能性がある滞在履歴記録でも、行動履歴想起の支援に対して十分に有用であると考察する。



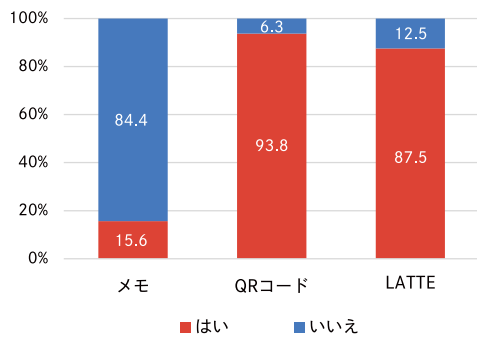


図 12 滞在履歴記録手法の利用経験

Fig. 12 Experience in using lifelogging methods.

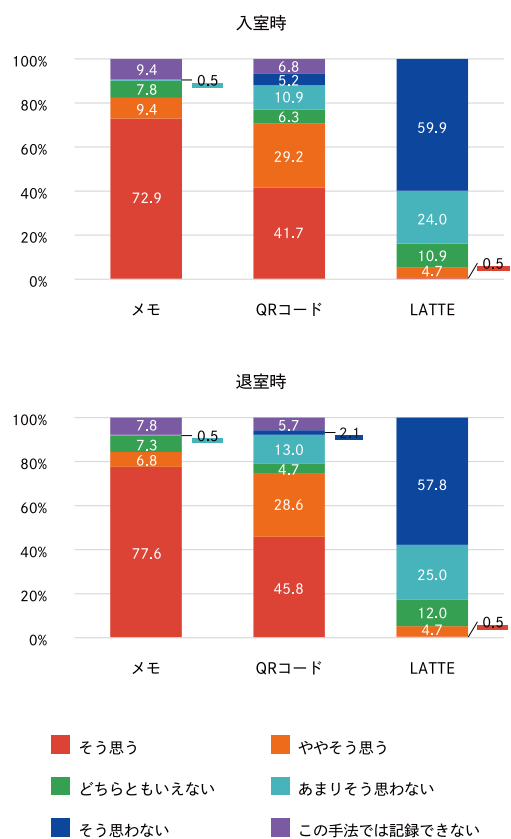


図 13 滞在履歴記録手法における手間に関する比較

Fig. 13 Hassle felt with each lifelogging method.

### 6.3 既存記録手法との比較

LATTE を用いた滞在履歴記録の有用性を確認するために、記録の手間に関する既存手法との比較アンケート調査を行った。ノートなどへのメモによる記録手法と QR コードによる記録手法を比較対象として、これらと LATTE による記録のそれぞれに対する手間について、それぞれ最も近い回答を選択肢から選ぶ形式とした。教室やオープンスペースなどのキャンパス内の各空間に入るときと去るときのそれぞれで記録する手間について、回答するようにした。

学生に対してアンケートへの協力を求めたところ、32 名からの回答を得ることができた。図 12 が示すように、1 割強のアンケート回答者がメモによる記録の経験があり、9 割弱の回答者に QR コードと LATTE の両方を利用した

経験があった。

図 13 の結果は、メモや QR コードによる記録手法と比較して、LATTE を用いた滞在履歴記録が手間を感じないことを示している。これは、手間が滞在履歴記録継続を止める原因になりにくいことを示しており、平常時において、LATTE が既存手法であるメモや QR コードを用いた手法よりも有用であると推察できる。また、メモと QR コードの既存手法では、少数ではあるが「この手法では記録できない」を選択した回答があり、加えて、滞り場所から去るときの記録に手間がかかると感じている割合が多い。このことは、記録の精度に影響を与える可能性があり、感染発覚時の感染経路や接触者追跡に影響がある。6.2 節の結果からも、LATTE による記録が行動履歴の精度向上に有効であることが明らかとなっていることから、感染発覚のような有事においても、既存手法より LATTE が有用であると考察する。

## 7. おわりに

本研究では、大学が行うべき COVID-19 感染対策の 1 つとして、関係者が感染時に報告すべき行動履歴情報の精度を向上させることを目的として、キャンパス内における滞在場所の履歴を容易に記録できるシステムを開発した。

開発したシステムでは、キャンパス内で複数人が接触する可能性の高いスポットにビーコンを設置し、入構時には、開発したモバイルアプリ LATTE を起動したスマートフォンを携帯することで、構内移動のたびに煩雑な手間をかけることなく、滞在履歴の自動記録を可能にした。ユーザの滞り場所に関する情報は、サーバへ収集して特定の運用者が管理することなく、各自のスマートフォン内のみ保存する設計とした。この設計により、プライバシー配慮と情報漏えい対策、個人情報管理にかかる負担軽減を両立し、さらにシステム構成を簡素化することで、導入の容易さへも貢献できている。

対象学生に対するアンケートの結果から、設計方針としたスマートフォン内の保存とデータ通信を必要としない特徴が、おおむね魅力的にとられているということが示された。さらに、LATTE の導入によって、COVID-19 対策としての行動履歴記録に対する意識向上に貢献できているという示唆する結果も得られた。また、行動履歴想起に対する実験では、LATTE により記録した滞在履歴の確認前後で、想起できた滞り場所と時間の割合が上昇する効果を確認できた。

論文執筆現在、著者らが所属する大学キャンパスにおいて約 100 個のビーコン設置を完了し、150 を超える学生・教職員のスマートフォンにインストールされたモバイルアプリ LATTE がキャンパス内の滞在履歴を記録している。本システム導入後に大学に関係する COVID-19 感染者数が非常に少なく、LATTE による滞在履歴が有効に活用さ

れた実績はまだないが、将来の有事に備えて、システムの利用促進と機能改善を続けていく必要がある。6章の図10のアンケート結果から、入構時にアプリを起動するのが面倒に感じたり、アプリ起動を失念したりするという課題がある。本課題に対しては、LINE ビーコンを活用して、大学構内出入口における LATTE アプリの起動/終了を促すリマインダ機能を実現することを検討している。また、図6のアンケート結果において、利用を止めた学生が少数いることから、平時の本アプリ利用継続に対するモチベーション維持に課題があると考えられる。

現在、本システム利用者に対して、CO<sub>2</sub> センサを用いた滞在場所の感染リスクに関する情報提供や、キャンパス滞在者間のコミュニケーション支援、ゲームなどの機能追加を進めている。さらに、滞在履歴を記録する対象範囲についても拡大を検討すべきである。大学入構者の多くを占める学生は、アルバイトや買い物、余暇活動などの目的で大学キャンパス以外の場所で他大学学生や住民などと接触する機会が多くある。学外からの感染経路を特定するためには、大学キャンパスだけでなく、日常生活圏内を対象に滞在履歴を記録することが必要となる。現在、大学周辺地域内の商業施設などへビーコンを設置しており、今後、導入が容易である本システムを OSS (オープンソース) 化することで、地域内の他大学や施設への導入・利用を進めていきたい。

**謝辞** 本システムの開発は、公立はこだて未来大学情報システムデザインセンターの支援・協力により実施された。また、BLE ビーコンの設置とモバイルアプリの開発において、トランスコスモス株式会社と Tangerine 株式会社から技術協力を受けた。ここに感謝の意を表す。

## 参考文献

- [1] CDC: Prevent Getting Sick (2019), available from <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/prevent-getting-sick/index.html>.
- [2] Kishino, Y., Shirai, Y., Yanagisawa, Y., Ohara, K., Mizutani, S. and Suyama, T.: Identifying Human Contact Points on Environmental Surfaces using Heat Traces to Support Disinfect Activities, SenSys2020 COVID-19 Pandemic Response (2020).
- [3] 白井良成, 岸野泰恵, 柳沢 豊, 尾原和也, 水谷 伸, 須山敬之: Alertable Surfaces: ウイルスの付着を警告可能な実環境, 第 28 回インタラクティブシステムとソフトウェアに関するワークショップ (WISS2020) (2020).
- [4] 文部科学省: 令和 3 年度の大学等における授業の実施と新型コロナウイルス感染症への対策等に係る留意事項について (周知) (2021), 入手先 [https://www.mext.go.jp/content/20210305-mxt\\_kouhou01-000004520-02.pdf](https://www.mext.go.jp/content/20210305-mxt_kouhou01-000004520-02.pdf).
- [5] 大学プレスセンター: 各大学の「新型コロナウイルス感染症」の対応について (2021), 入手先 <https://www.u-presscenter.jp/article/post-43243.html>, <https://www.u-presscenter.jp/article/post-43302.html>.
- [6] 厚生労働省: 新型コロナウイルス接触確認アプリ (COCOA) COVID-19 Contact-Confirming Application

- (2020), 入手先 <https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/cocoa00138.html>.
- [7] 新型コロナウイルス感染症対策テックチーム: 接触確認アプリ及び関連システム仕様書 (2020), 入手先 <https://cio.go.jp/node/2613>.
  - [8] 山下 陸, 西山勇毅, 小松寛弥, 川原圭博: BLE ビーコンを用いた屋内位置推定システムの設計と実装, 情報処理学会研究報告ヒューマンコンピュータインタラクション (HCI), Vol.2020-HCI-190, No.8, pp.1-7 (2020).
  - [9] 小林佑太郎, 谷口義明, 多田昌裕, 波部 斉, 越智洋司, 溝渕昭二, 半田久志, 井口信和: 小型無線端末を用いた大学内ソーシャルディスタンスモニタリングシステムの検討, 2020 年度情報処理学会関西支部支部大会講演論文集 (2020).
  - [10] 石井夏生利: 追跡アプリとプライバシー・個人情報保護, Chuo Online: 読売新聞オンライン (2020), 入手先 <https://yab.yomiuri.co.jp/adv/chuo/research/20200709.php>.
  - [11] 国立感染症研究所: 新型コロナウイルス感染症患者に対する積極的疫学調査実施要領 (2021 年 1 月 8 日暫定版) (2021), 入手先 <https://www.niid.go.jp/niid/ja/diseases/ka/corona-virus/2019-ncov/2484-idsc/9357-2019-ncov-02.html>.
  - [12] 個人情報保護委員会: 新型コロナウイルス感染症対策としてコンタクトトレーシングアプリを活用するための個人情報保護委員会の考え方について (2020), 入手先 [https://www.ppc.go.jp/files/pdf/20200501\\_houdou.pdf](https://www.ppc.go.jp/files/pdf/20200501_houdou.pdf).
  - [13] 新型コロナウイルス感染症対策テックチーム事務局: 接触確認アプリの導入に係る各国の動向等について (2020), 入手先 [https://cio.go.jp/sites/default/files/uploads/documents/techteam\\_20200508\\_02.pdf](https://cio.go.jp/sites/default/files/uploads/documents/techteam_20200508_02.pdf).

## 付 録

### A.1 行動履歴管理と LATTE に関するアンケート

**質問** 今年度、あなたが公立はこだて未来大学（以降、未来大）に登校している頻度について、最も近いものをお選びください。

**選択肢** 週 6 回以上, 週 5 回, 週 4 回, 週 3 回, 週 2 回, 週 1 回, 週 1 回未満, 今年度は 1 度も登校していない

**質問** あなたは、コロナ禍前に外出する際、自分がとった行動や滞在場所の記録をしていましたか。

**選択肢** ほぼ毎回していた, たまにしていた, していなかった

**質問** あなたは、コロナ禍で外出する際に、自分がとった行動や滞在場所の記録をしていますか。

**選択肢** ほぼ毎回している, たまにしている, していない

**質問** 【コロナ禍前から未来大に在籍している方へ】あなたは、コロナ禍前に未来大に登校する際、大学内で自分がとった行動や滞在場所の記録をしていましたか。

**選択肢** ほぼ毎回していた, たまにしていた, していなかった

**質問** あなたは、コロナ禍中で未来大に登校する際に、大学内で自分がとった行動や滞在場所の記録をしていま

すか。

**選択肢** ほぼ毎回している, たまにしている, していない  
**質問** あなたは、LATTE を知っていますか。また、利用していますか。

**選択肢** 知っていて現在利用している, 知っていて過去に利用していたが、現在は利用していない, 知っているが利用したことはない, 知らない (今初めて知った)

**質問** 下記の LATTE の特徴/機能について、それぞれ当てはまるものをお選びください。

- 行動履歴 (滞在履歴) の自己管理を支援
- 100 箇所以上に設置したビーコンからの信号を受信することによる位置推定
- 滞在履歴を最大 14 日間分保存
- 古いデータは自動削除
- データ通信を一切行わない
- 各個人のスマホ内でのみ記録を管理
- 他のアプリと記録を共有可能
- Bluetooth と位置情報機能をオンにして使う
- iOS と Android のスマートフォンで使用可能
- 公式ストアではなく、TestFlight や DeployGate による迅速な配布
- アイコンやインタフェースのデザイン
- 未来大の教員と学生が開発している

**選択肢** 大変魅力的である/大変好ましい, 魅力的である/好ましい, どちらともいえない, 魅力的ではない/好ましくない, 全く魅力的ではない/全く好ましくない

**質問** あなたは、今後も LATTE を使い続けようと思えますか。

**選択肢** とてもそう思う, ややそう思う, あまりそう思わない, そう思わない

**質問** コロナ禍に入った頃 (2020 年 3 月頃) から LATTE を使用する前までの時期を思い出してください。その頃のあなたは、行動履歴の記録/記憶をしていましたか。

**選択肢** とても当てはまる, やや当てはまる, どちらともいえない, あまり当てはまらない, 全く当てはまらない

**質問** LATTE を使用し始めてから現在まで、あなたは行動履歴の記録/記憶をしていますか。

**選択肢** とても当てはまる, やや当てはまる, どちらともいえない, あまり当てはまらない, 全く当てはまらない

**質問** あなたが現在 LATTE を使っていない理由について、当てはまるものをお選びください。

**選択肢** LATTE の存在を知らなかったから, 大学に行く機会があまりないから, LATTE の機能や意義がよくわからなかったから, 自分にとってメリット/利益がないから, インストールや起動が面倒に感じるから, インストールや起動を忘れてしまうから, 公式のアプリストア (App Store / Google Play ストア) からの

配布でないため, インストール方法がわからないから, 公式のアプリストア (App Store / Google Play ストア) からの配布でない点が信用できないと思うから, 未来大や開発者に個人情報や滞在履歴が知られそうで怖い/嫌だから, 未来大や開発者が信用できないから, 感染症対策/行動履歴の記録を他の手段で行っているため, LATTE を使わなくても良いと思うから, バッテリーの消耗など, スマートフォンに悪影響を与えそうだから, 特に理由はない/なんとなく, その他

**質問** コロナ禍に入った頃 (2020 年 3 月頃) から現在まで、あなたは行動履歴の記録/記憶をしていますか。

**選択肢** とても当てはまる, やや当てはまる, どちらともいえない, あまり当てはまらない, 全く当てはまらない

## A.2 行動履歴想起を行うアンケート

**質問** 【LATTE を見ないでご回答ください。】1 週間より前かつ 2 週間前までの間で、最も長い時間未来大にいた日を思い浮かべてください。その日は今現在 (このアンケートに回答している日) から何日前ですか。

**選択肢** 8 日前, 9 日前, 10 日前, 11 日前, 12 日前, 13 日前, 14 日前

**質問** 【LATTE を見ないでご回答ください。】先程思い浮かべた日の総滞在時間は何時間程度でしたか。一番近いものをお選びください。

**選択肢** 9 時間以上, 6~9 時間, 3~6 時間, 3 時間未満

**質問** 【LATTE を見ないでご回答ください。】先程思い浮かべた日の滞在履歴について、LATTE を見ないで思い出してください。紙などに書き出しても構いません。滞在场所とそれぞれの場所での滞在時間について、思い出すことができたかどうか、最も近いものをお答えください。

- 滞在场所
- 滞在時間

**選択肢** すべて思い出すことができた, 半分以上、複数思い出すことができた, 半分未満、複数思い出すことができた, 1 箇所についてのみ思い出すことができた, 全く思い出すことができなかった

**質問** 【LATTE を見てご回答ください。】先程思い浮かべた日について、滞在時間は何時間程度でしたか。一番近いものをお選びください。

**選択肢** 9 時間以上, 6~9 時間, 3~6 時間, 3 時間未満

**質問** 【LATTE を見てご回答ください。】先程思い浮かべた日の滞在履歴について、LATTE を見て思い出してください。紙などに書き出しても構いません。滞在场所とそれぞれの場所での滞在時間について、思い出すことができたかどうか、最も近いものをお答えください。

- 滞在场所



– 滞在時間

**選択肢** すべて思い出すことができた, 半分以上、複数思い出すことができた, 半分未満、複数思い出すことができた, 1箇所についてのみ思い出すことができた, 全く思い出すことができなかった

**質問** LATTE を見ないで思い出した滞在履歴と、見て思い出した滞在履歴は、どのくらい一致していましたか。全く一致していなかった場合を0、完全に一致していた場合を10としておおよその値でお答えください。

**選択肢** 0 (全く一致していなかった), 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 (完全に一致していた)

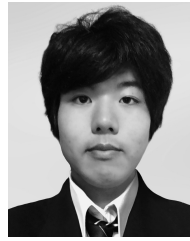
**質問** 前問の結果について、理由や心当たりなどがあれば教えてください。

**質問** 【LATTEを見てご回答ください。】LATTEの滞在履歴の記録に、実際は滞在していない場所の記録がありましたか。また、あった場合はどの程度ありましたか。

**選択肢** 0 (全く無かった), 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 (ほとんどが実際は滞在していない場所の記録だった)

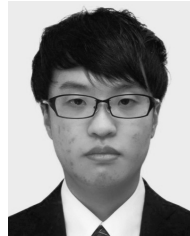
**質問** 【前の質問で0以外を選んだ人へ】実際は滞在していない場所の記録があったことで、自分の滞在履歴を思い出すことに悪影響があったと思いますか。

**選択肢** とてもそう思う, ややそう思う, あまりそう思わない, そう思わない



卓耶 稔石

2021年公立ほこだて未来大学大学院システム情報科学研究科修士課程修了。大学院在籍時にLATTEの設計・開発に従事した。現在、株式会社リクルートに所属。



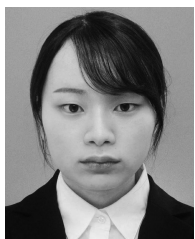
川谷 知寛

2021年公立ほこだて未来大学システム情報科学部情報アーキテクチャ学科卒業。現在、同大学大学院システム情報科学研究科修士課程に在学中。IoTプログラミング教育とインタラクティブシステムに興味を持つ。



松原 克弥 (正会員)

1998年筑波大学電子・情報工学系助手, 2002年NTTコミュニケーション科学基礎研究所, 2003年民間ITコンサルティング会社を経て, 2016年公立ほこだて未来大学システム情報科学部准教授, 現在に至る。2002年博士(工学)(筑波大学)。OS, 仮想化技術, 組み込みシステム等のシステムソフトウェア全般に興味を持つ。日本ソフトウェア科学会, 電子情報通信学会, 教育システム情報学会, IEEE, ACM各会員。



林 友佳 (学生会員)

2020年公立ほこだて未来大学システム情報科学部情報アーキテクチャ学科卒業。現在、同大学大学院システム情報科学研究科修士課程に在学中。人間情報科学と情報デザインに興味を持つ。