Vol.2016-IOT-35 No.12
Vol.2016-SPT-20 No.12
2016/9/24

BLEビーコンを用いた位置推定による打刻システムの運用と課題

梶岡 慎輔[1]　山本 大介[1]　打矢 隆弘[1]　齋藤 彰一[1]　松尾 啓志[1]　内匠 逸[1]

概要：名古屋工業大学では，2016 年 4 月より Bluetooth Low Energy（BLE）ビーコンを用いた位置推定により打刻が行えるシステムの運用を開始した．このシステムは，スマートフォンなどの端末で学内の BLE ビーコンを受信し，その電波強度に基づきサーバで端末の場所を推定し，その場所として打刻するものである．このシステムを実現するため，全教室をはじめ学内のあらゆる場所に BLE ビーコン発信器を約 1,600 台設置した．本稿では，この打刻システムの概要および従来の打刻システムから改善した点を述べ，運用開始から現在までの打刻数やユーザ数をまとめる．また，これまでの利用実績から本システムの利用率が全学生数の 1 割にとどまることが判明したため，利用率の向上を課題として挙げる．

キーワード：Bluetooth Low Energy，Bluetooth LE，アプリ，スマートフォン，利用実績

Operation of Localization-based Attendance Check System using BLE Beacons

Shinsuke Kajioka[1]　Daisuke Yamamoto[1]　Takahiro Uchiya[1]　Shoichi Saito[1]　Hiroshi Matsuo[1]
Ichi Takumi[1]

Abstract: We have developed a localization-based attendance check system using BLE beacons and launched it on April 2016. The system enables our students to send attendance check wherever a device (such as a smartphone) can receive BLE beacons. Online BLE localization server estimates position of a device by using BLE beacons and their received signal strength indicator (RSSI). To achieve localization-based attendance check at each lecture room, we have installed about 1600 BLE beacon emitters in our campus. In this paper, we show an outline of the localization-based attendance check system, improvements from current attendance check system and statistics of the system since it was launched. We also discuss the usage of the system and idea to make more students to adopt the system.

Keywords: Bluetooth Low Energy, Bluetooth LE, Position Estimation, Smartphone

1. はじめに

安全対策や危機管理の観点から所属組織の構成員の位置を正確かつ迅速に把握することへの期待が高まってきている．本学でも，教室に設置された IC カードリーダに授業の開始前と終了後に学生証をかざして「打刻」をさせる習慣を学生に根付かせ，地震や火災など非常事態発生時に学生の最終打刻場所を把握することで迅速な救助に役立てる仕組みを構築し，運用している．打刻情報は，普段は授業担当教員や担当職員，学生自身が Web ブラウザで閲覧して学生の出席状況を把握するために活用されている．このように，本学では打刻情報を授業・修学支援に利用するだけでなく，位置情報として安全管理にも活用している．

IC カードリーダを用いた打刻システムは平成 19 年度に運用を開始し，現在も問題無く運用しているが，運用開始から 9 年が経過し，課題と新たな要望が挙がってきた．課題としてまず打刻場所が IC カードリーダ設置場所（教室内）に限定される点が挙げられる．安全管理の観点からは，

[1] 名古屋工業大学 情報基盤センター
Nagoya Institute of Technology

ⓒ 2016 Information Processing Society of Japan

Vol.2016-IOT-35 No.12
Vol.2016-SPT-20 No.12
2016/9/24

学内のあらゆる場所で学生の位置が特定できることが望ましい．しかし，IC カードリーダの購入，設置，設定にコストがかかるため，IC カードリーダの設置場所や設置台数は限られる．そして課題として打刻のタイミングが授業開始前と終了後に限られることが挙げられる．出席の偽装を防止したり，非常事態発生時に即座に学生の居場所を把握したりするためには，位置情報の収集をより高頻度に，場合によっては管理者の要求に応じて即座に収集することが求められる．

昨今，スマートフォンに代表される多機能な携帯情報端末の普及が進んでいる．総務省がまとめた 2014 年の年代別モバイル機器等の利用率では，10 代のスマートフォン利用率が 68.6%，20 代のスマートフォン利用率が 94.1% にも上る [1]．この調査が行われてから現在に至るまで，スマートフォンの利用率は上昇傾向にあると言われており，今後も数年間は利用率が大きく変化しない傾向にあると考える．

そこで本学では，学生の所有するスマートフォンなどの携帯情報端末を利用する打刻サービスを考案し，2015 年に導入したマルチモーダル・ユニファイドコミュニケーション・システム [2], [3] の一部として新しい打刻システムの設計と構築を行い，半年間の仮運用を経て 2016 年 4 月に本運用を開始した．新しい打刻システムでは，Bluetooth Low Energy（BLE）規格のビーコン電波を携帯情報端末で受信し，その電波の受信電界強度（Received Signal Strength Indicator）を用いて端末位置を推定する．BLE はおよそ 3 年前の携帯情報端末・OS から対応しており，最近のスマートフォンのほぼ全てで利用できる．学生はスマートフォンを常に携帯するため，先に挙げた課題の大部分は BLE ビーコンを用いた打刻システムで解決できる．

近年の BLE 対応デバイスの普及に伴い，BLE ビーコンを用いて屋内位置測位を行うサービスや，そのサービスを入退室管理や動線解析に応用する事例が注目されている．BLE ビーコン発信器は小型かつ省電力であり，導入，運用コストが低いメリットがある．そこで名古屋工業大学では，名古屋市昭和区の御器所キャンパス内に約 1,600 台の BLE ビーコン発信器を設置して，あらゆる場所で測位できるようにした．本学で設置した BLE ビーコン発信器は IC カードリーダより安価で，内蔵電池で 5 年間動作し続ける．なお，BLE ビーコンには容易になりすましができるというデメリットが存在するが，本学で導入した BLE ビーコン発信器はなりすましを検知できる性能を有している．

本稿では，本学で運用している打刻システムについて，従来の IC カードリーダを用いた打刻システムの補うべき点を整理し，BLE 打刻システムの紹介とともにどのように補ったかを述べる．続いて 3 章で 2016 年 4 月に本運用を開始した BLE 打刻システムのこれまでの運用状況をまとめ，今後の課題を挙げる．

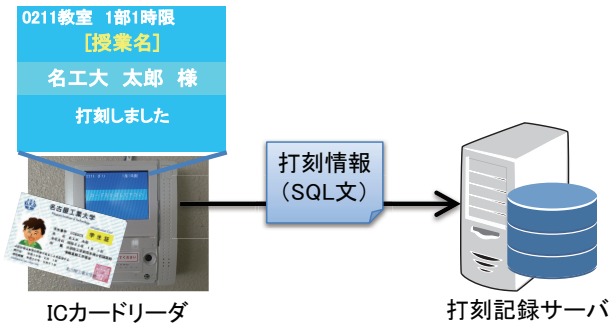

図 1　IC カードリーダを用いた打刻システムの構成

2. 打刻システム

本章では，本学で開発して現在も運用中の IC カードリーダを用いた打刻システムの概要を述べ，このシステムで収集した打刻情報を利用する際の留意点を整理した後に，本学で 2015 年に開発した BLE 打刻システムの概要と構成要素を述べる．

2.1 従来の IC カードリーダを用いた打刻システム

名古屋工業大学では，平成 19 年度より，非接触型 IC カードを用いた打刻システムを独自開発し，授業の出欠管理や安全管理に利用している．学生は，教室の出入口に設置された IC カードリーダに自身の学生証（非接触型 IC カード）をかざすことで入退室時刻を打刻する．このシステムの導入により，授業担当教員の点呼の負担軽減，学生による出欠の自己点検，災害時や緊急時などにおける登校や在室状況の把握が可能となった．

図 1 に IC カードリーダを用いた打刻システムの構成を示す．このシステムは，各教室に設置された IC カードリーダと打刻記録サーバで構成される．IC カードリーダは約 70 の教室にあわせて 130 台ほどが設置されている．IC カードリーダに学生証がかざされると，学生証の ID，IC カードをかざした日時，IC カードリーダの ID が打刻情報（SQL 文）として打刻記録サーバへ送信される．打刻記録サーバに蓄積された打刻情報は Web インタフェース経由で閲覧可能になっており，教員が担当授業の学生の出欠を確認したり，学生が登録した授業の出欠状況を確認したりすることが可能である．

この IC カードリーダを用いた打刻システムでは，打刻時点の学生の位置を把握することは可能であるが，打刻が行われるのは基本的に授業の開始前と終了後である．よって，授業の開始前と終了後に打刻を行って出席を偽装し，実際は授業を欠席する学生が存在する可能性を否定できず，打刻情報を授業の出欠の判断材料とする際に留意しなければならない．

この問題を解決するためには，授業中に学生の位置を把握すれば良い．また安全管理や防災・減災の観点からも，

ⓒ 2016 Information Processing Society of Japan

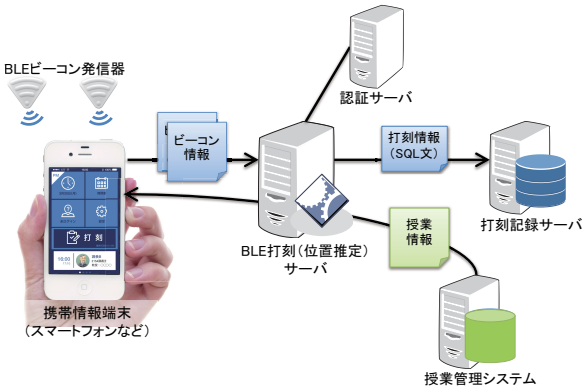

図 2　BLE 打刻システムの構成

学生の位置をより正確に，かつより高頻度に，状況によっては即座に把握することが求められる．このような位置情報取得を実現するためには，学生が各々所持し，常に携帯し，管理者の位置情報取得要求に応じて位置情報を送信するデバイスを活用すれば良い．先述の通り，我々は本学学生の 9 割超がスマートフォンを所持していると見込まれる点に着目し，学生のスマートフォンを活用した位置推定システムを構築しようと考えた．

2.2　BLE 打刻システム

授業中にも学生の位置を把握したり，IC カードリーダ設置教室のみならず学内のあらゆる場所で学生の位置を把握したりするために，本学では 2015 年度に BLE ビーコンを用いて位置推定を行い，その結果を利用して打刻を行うシステム（BLE 打刻システム）を開発した．

BLE 打刻システムは，あらかじめ教室内に設置された BLE ビーコン発信器から周期的に発信されているビーコンを学生が持つスマートフォンなどの携帯情報端末で受信し，その情報を端末がサーバへ送信してサーバが端末の位置を推定し，推定結果が打刻可能な場所であれば打刻が行えるものである．

BLE 打刻システムの構成を図 2 に示す．BLE 打刻システムは，BLE に対応した携帯情報端末（スマートフォンやタブレット，ネットワーク接続可能な音楽プレイヤーなど），BLE ビーコン発信器，BLE 打刻（位置推定）サーバから構成され，さらに BLE 打刻サーバは認証サーバ，打刻記録サーバ，授業管理システムと連携している．

2.2.1　携帯情報端末アプリ

携帯情報端末には本学が BLE 打刻システム用に開発したアプリ（以下打刻アプリと呼ぶ）をインストールする．打刻アプリでは打刻と時間割表示が行える．打刻アプリで打刻操作が行われると，端末で一定時間 BLE ビーコン発信器のビーコンを受信し，そのビーコンの内容および受信電界強度（Received Signal Strength Indicator）を HTTPS（SSL で暗号化した HTTP）で BLE 打刻サーバへ送信する．打刻アプリは，BLE 打刻サーバから HTTP レスポンスとして位置推定結果を受信する．

端末の利用者が打刻操作を行うことで打刻する “手動打刻” のほかに，打刻アプリが自動的に BLE ビーコンを受信して BLE 打刻サーバへ送信する “自動打刻” が存在する．自動打刻は，管理者が設定した時間間隔で動作する周期的な自動打刻と，管理者が要求した際にプッシュ通知を受け取って即座に動作するプッシュ打刻が利用できる．現状では双方の自動打刻ともに打刻された情報は授業の出欠管理のためには用いられず，安全管理のために用いられる．授業時間中の自動打刻を何らかの形で出欠管理の情報として活用すれば，出席を偽装する学生の検知が可能になると考える．なお，手動打刻を行った際は端末の画面に打刻結果が表示されるが，自動打刻が行われた際は端末あるいは打刻アプリに見た目の変化はない．

また，打刻アプリ内の時間割情報は打刻アプリが BLE 打刻サーバへ差分の有無を定期的に問い合わせ，差分がある場合は授業管理システムから BLE 打刻サーバ経由で授業情報の差分を取得することで最新の状態を維持している．

2.2.2　BLE 打刻サーバ

BLE 打刻サーバでは本学が開発した BLE 打刻システムの基幹部分が動作する．BLE 打刻サーバは，携帯情報端末からの HTTP リクエストを受信すると，リクエストに含まれるビーコン情報からその端末の位置を推定し，推定結果を端末へ返信する．位置推定結果が条件を満たす場合は，図 1 に示す IC カードリーダによる打刻と同様に打刻記録サーバへ打刻情報（SQL 文）を送信する．ただし，送信する打刻情報には BLE 打刻サーバによる打刻であることを示す識別子を付加し，IC カードリーダによる打刻と区別できるようにしている．

2.3　BLE 打刻システムにおけるプッシュ通知の利用

必要に応じて打刻アプリの利用者の位置を把握したり，緊急時に利用者へメッセージを送信したりすることを目的として，iOS および Android のプッシュ通知を利用した自動打刻機能を実装した．プッシュ通知を実現するサービスは複数存在するが，今回は実装が容易で iOS と Android の両 OS へのプッシュ通知に対応している Google Cloud Messaging [*1] を利用する方法を採用した [4].

プッシュ通知を有効化するには，アプリがプッシュ通知サービスを提供しているサーバに問い合わせて自身のプッシュ通知用の ID（RegID）を発行する必要がある．BLE 打刻システムにプッシュ通知用のアプリ ID（RegID）を登録する仕組みを図 3 に，BLE 打刻システムでプッシュ通知を利用する仕組みを図 4 にそれぞれ示す．

[*1] GCM: Firebase Cloud Messaging（FCM）の前身

ⓒ 2016 Information Processing Society of Japan

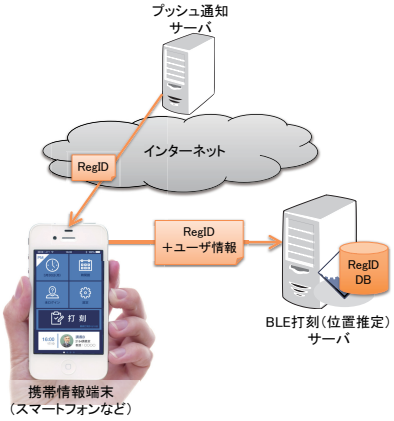

図 3　プッシュ通知用のアプリ ID（RegID）の取得と登録

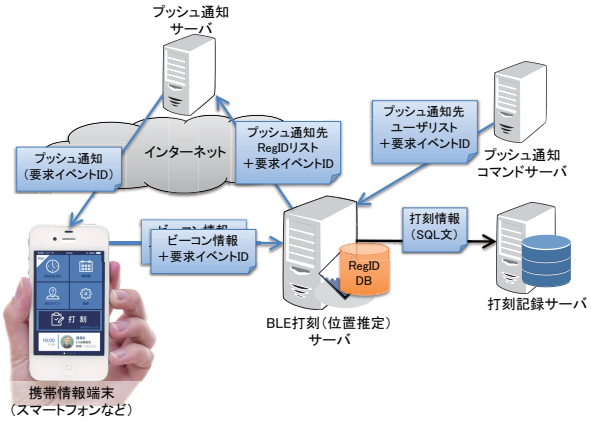

図 4　プッシュ通知の動作

2.3.1　プッシュ通知用のアプリ ID（RegID）の取得と登録

プッシュ通知に対応した打刻アプリが起動されると，アプリの利用者にプッシュ通知の許可を求めるダイアログが表示される．アプリの利用者がプッシュ通知を許可すると，アプリはインターネットを介してプッシュ通知サービスを提供するサーバ（今回の場合は GCM サーバ）へプッシュ通知用のアプリ ID（RegID）の発行を要求し，サーバから発行されたアプリ ID を受け取る．次に，発行されたアプリ ID を BLE 打刻サーバへ送信する．BLE 打刻サーバでは，受信したアプリ ID とユーザ情報を紐付けてデータベースへ格納する．

2.3.2　プッシュ通知の動作

プッシュ通知はプッシュ通知コマンドサーバによって発行される．プッシュ通知コマンドサーバは，プッシュ通知先ユーザリストおよび要求イベントの種類・ID を BLE 打刻サーバへ送信する．BLE 打刻サーバは，受信したプッシュ通知先ユーザリストからプッシュ通知先のアプリ ID リストを作成し，要求イベントの種類・ID を付加してプッシュ通知サービス提供サーバへ送信する．その後，プッシュ通知サービス提供サーバからプッシュ通知を受け取った携帯情報端末が打刻アプリにプッシュ通知を送り，打刻アプリが要求イベントの種類に応じた処理を実行する．

本学では，学内に夜間残留している学生の安全管理のためにプッシュ通知による自動打刻を利用している．プッシュ通知には，OS が通知領域にテキストメッセージを表示することが可能な通知方法と，OS が通知を行わないサイレントプッシュという通知方法が存在する．学生の現在位置を把握する目的でプッシュ通知を行う場合，実験中に不用意に「打刻してください」などのメッセージを表示することは避けたいと考え，夜間はサイレントプッシュで通知を行っている．一方で，非常事態発生時のユーザへの情報提供やユーザによる端末操作依頼に用いるため，通知領域にテキストメッセージを表示する通知についても打刻アプリで動作確認済みである．

3.　運用状況

本章では，BLE 打刻システムの運用準備から本運用の開始，打刻情報の活用例といった運用状況を述べる．

3.1　運用準備

運用開始を前に，システム構成要素の準備を行った．

3.1.1　BLE ビーコン発信器の設置

2016 年 8 月現在，名古屋工業大学御器所キャンパス内の講義室，演習室，実験室，および体育館や廊下を中心に，約 1,600 個の BLE ビーコン発信器を設置している．BLE ビーコン発信器の設置密度は，打刻が行われる教室でおよそ 10 m^2 に 1 台，他の場所（廊下，棟の周囲）で可聴 BLE ビーコンが 1 から 2 となる密度とした．なお，BLE ビーコンの見通し電波到達距離は 30 m から 50 m 程度である．設置位置は，可能な限り以下の条件を満たす柱など耐荷重の高い箇所とした．

鉛直方向　什器など電波吸収遮蔽物の影響を受けにくい高さ（天井に近く見通しの良い位置）

水平方向　万が一落下しても怪我をする心配の少ない位置

3.1.2　携帯情報端末アプリと BLE 打刻サーバの準備

学生が携帯情報端末を利用して BLE ビーコンを受信し，BLE 打刻サーバと通信して打刻を行うために，専用のアプリが必要となる．近年，スマートフォンを所持する本学学生の 95%以上（ほぼ全員）が iOS もしくは Android を搭載した端末を所持している．そこで，iOS と Android それぞれに対応した携帯情報端末用の BLE 打刻を行うアプリ（打刻アプリ）を開発した．対応 OS は，アプリを実行する端末が BLE に対応している必要があることや開発コストなどを検討し，iOS はバージョン 8.0 以降，Android はバージョン 4.4 以降とした．

打刻アプリの開発と並行して打刻アプリ–BLE 打刻サーバ間の API を定義し，BLE 打刻サーバの構築を行った．BLE 打刻サーバは，必要に応じて本学の認証サーバ，打刻記録サーバ，授業管理システム等へアクセスする．

ⓒ 2016 Information Processing Society of Japan

3.2 本運用の開始

BLE ビーコンを用いた位置推定による打刻システムは，2015 年 10 月に仮運用を開始した．その後半年間の仮運用期間中に不具合の修正とサービスやインタフェースの改善を実施し，2016 年 4 月から本運用を開始した．

3.3 夜間の安全管理への活用

2016 年 4 月から，授業に関する打刻に干渉しない夜間（21:30 以降）に学生が学内で打刻操作を行うことで，夜間残留届を提出した扱いになるサービスを開始した．夜間残留届とは，実験などで夜間学内に残留する者の安全管理を目的として残留者に提出を求めている届けである．これまでは本学の情報基盤 Web サイトにログインして届け出る必要があった．2016 年 4 月からは，BLE 打刻アプリを利用した学内での打刻操作もしくは各棟の出入口に設置してある入館用 IC カードリーダに IC カードをかざすことで夜間残留届を提出した扱いとなる．また，現在は研究室配属学生を対象にプッシュ通知によるプッシュ打刻要求を夜間に 4 回送信しており，夜間の自動打刻を夜間残留届の提出として扱うことを検討および検証している．

4. BLE 打刻サービスの利用実績

本章では，2016 年 4 月から 8 月にかけての BLE 打刻サービスの利用実績を示す．

4.1 打刻リクエスト数

図 5 は 2016 年 4 月 1 日から 8 月 29 日までの間に BLE 打刻サーバが受信した打刻リクエストの数を打刻方法別に日別集計し，累積したグラフである．打刻リクエストにビーコン情報が含まれているかどうかは不問である．図 5 で最も数の多い打刻方法が周期的な自動打刻（periodicAuto）であり，次に数の多い打刻方法が手動打刻（onManual），最も数の少ない打刻方法がプッシュ打刻（push）である．

周期的な自動打刻の打刻周期は 15 分に設定しており，たとえば 90 分間の授業時間内に打刻アプリを起動したまま放置した場合，周期的な自動打刻が 6 回行われることになる．ただし，必ずしも設定した打刻周期で自動打刻が行われるわけではなく，設定した打刻周期より長い周期で行われるようである．本学の場合，自動打刻の打刻周期を 15 分に設定しているが，20 分，25 分，30 分，35 分程度間隔をあけて自動打刻が行われる携帯情報端末が少なからず存在することを確認している．

プッシュ打刻（プッシュ通知の受信がきっかけの自動打刻）については，アプリからの打刻要求にビーコン情報が存在するかどうかを区別して集計した日別プッシュ打刻リクエスト数を 4.1.1 項に示す．

図 5 に示すように，開講期間の平日における手動打刻のリクエスト数は 1,000 から 2,000 程度である．土日祝休日や開講期間外の手動打刻のリクエスト数は 10 前後まで減少する．なお，周期的な自動打刻のリクエスト数も土日祝休日の方が 2,000 程度少なく，土日や連休など連続して授業のない日を比較すると日が経過するにつれてリクエスト数が減少している．このように周期的な自動打刻のリクエスト数が日の経過とともに減少する原因は，利用者が打刻アプリを終了することにあると考えている．打刻アプリの利用者にヒアリングしたところ，バッテリ消費量を節約するために使用しないアプリをこまめに終了するという意見があり，少なくとも 3 割程度の学生が実際にアプリ利用後にこまめに終了するとのことであった．非常事態発生時に学生の現在地を早期特定するためにはアプリが起動している必要があるが，現状ではアプリが起動されていない可能性が高いので，学生への安全管理の必要性の訴求とアプリの起動・使用率向上が今後の課題となる．

4.1.1 プッシュ打刻リクエスト数

プッシュ打刻の日別打刻リクエスト数を図 6 に示す．プッシュ打刻リクエストの総数は，2016 年 6 月第 2 週までは 1 日 100 未満，同第 3 週からは 1 日 300 前後であった．6 月第 3 週からプッシュ打刻リクエスト数が増加したのは，2016 年 6 月 13 日にプッシュ通知コマンドサーバからのプッシュ通知リクエストが 1 日 1 回から 1 日 4 回に増加したことと，同日に打刻アプリのプッシュ通知処理を改善したアップデートバージョンを公開したことが影響していると考える．図 6 に示すように，学内に残留する学生が少ないためか，学内の BLE ビーコンを受信して位置が特定できたリクエスト数（Beacons found）が全体に占める割合は 1 割未満であった．

4.2 打刻ユーザ数

打刻アプリの打刻機能の利用率を推計するため，ユーザによる手動打刻が行われたイベントを抽出し，日別にユニークユーザ数を集計したものを図 7 に示す．なおこの結果には，本学のビーコンが受信できず位置を推定できなかった打刻の回数とユーザが操作せずとも打刻操作が行われる自動打刻の回数は含まれない．

図 7 は，授業時間帯（daytime）か夜間残留届受付時間帯（night）かを区別して日別集計した値を累積したものである．授業時間帯と夜間の双方で手動打刻を行ったユーザは双方ともに集計され，2 ユーザとしてカウントされている．ただし，夜間の打刻ユーザ数は授業時間帯の打刻ユーザ数と比較して圧倒的に少なく，授業を受ける学生（主に学部 1 年生から 3 年生および大学院 1 年生）と実験などで深夜まで残留する学生（主に研究室配属学生）がある日に一致することは稀であることから，図 7 に示すユニークユーザ数はほぼ実際のユニークユーザ数と見なして問題ない．

図 7 に示すように，授業実施日のユニークユーザ数は 2016 年 4 月の約 600（最大 810）から同 7 月末の約 400 程

ⓒ 2016 Information Processing Society of Japan

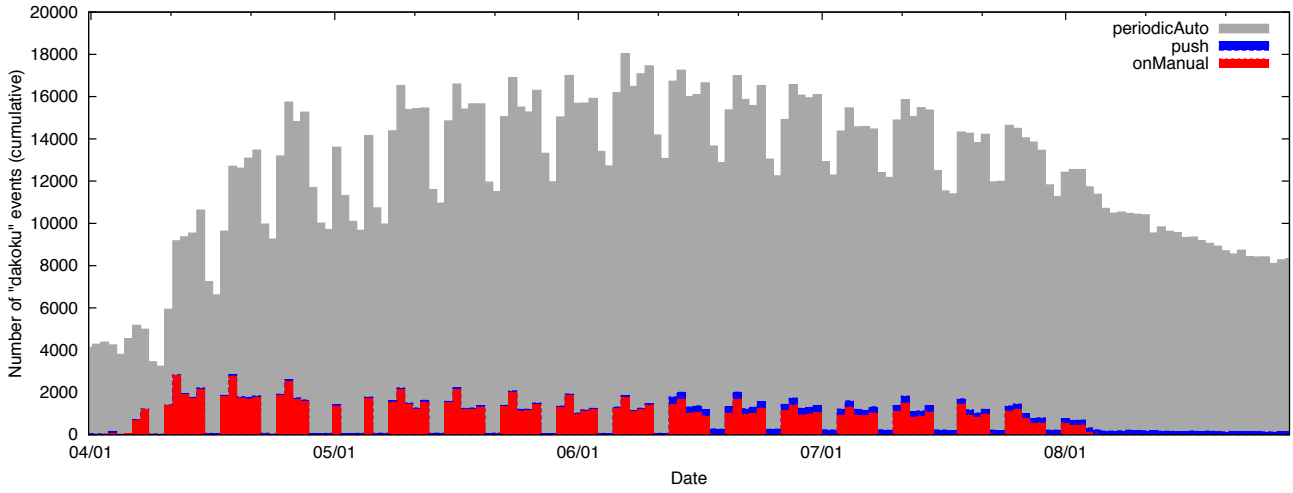

図 5　日別打刻リクエスト数（打刻方法で区分した値を累積）（2016 年 4 月から 8 月）

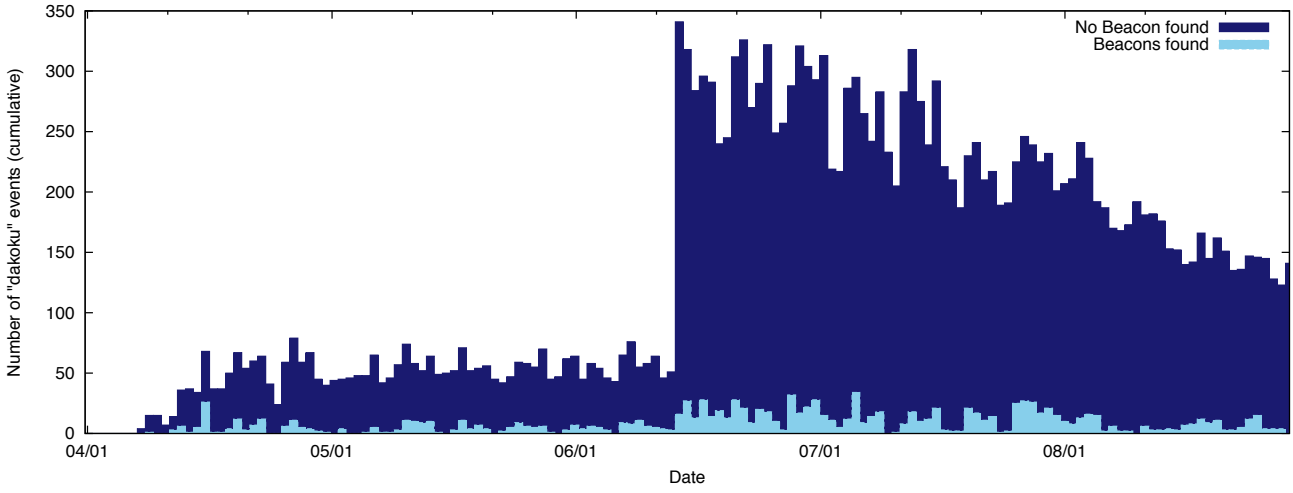

図 6　日別プッシュ打刻リクエスト数（ビーコン有無で区分した値を累積）
（2016 年 4 月から 8 月）

度で推移している．これは本学の全学生数の 1 割から 1 割未満の数である．本学学生の 90%を超える携帯情報端末所持率を考慮すると打刻アプリの利用率が低い．BLE 打刻システムは，以前から運用している IC カードリーダによる打刻の仕組みを維持しつつ，付加的に新たな打刻を可能とするシステムである．打刻アプリの利用率が低いのは，学生が IC カードリーダによる打刻で不便を感じていないからかもしれない．しかし，より高い頻度，精度で学生の位置を推定して安全管理に活用したいほか，BLE ビーコンを利用した屋内位置推定およびそのデータを活用した研究を促進するためにも，打刻アプリの利用率向上が課題となる．

参考に，2016 年 8 月 28 日時点における，iOS 版打刻アプリの 2016 年 4 月 1 日からの累積ダウンロード回数は 4732，Android 版打刻アプリのインストールユーザ数（Google Play Developer Console での表示）は 958 である．

図 7 の授業時間帯（daytime）の手動打刻について，打刻回数別に集計した結果を次項で述べる．

4.2.1　打刻回数別打刻ユーザ数

授業時間帯にユーザによる手動打刻が行われたイベントを抽出し，日別に打刻回数で区分してユニークユーザ数を集計したものを図 8 に示す．なお図 7 と同様に，この結果には本学のビーコンが受信できず位置を推定できなかった打刻の回数とユーザが操作せずとも打刻操作が行われる自動打刻の回数は含まれない．

図 8 は，手動打刻の回数を 1 回，2 回，3–4 回，5–6 回，7–8 回，9–10 回，11 回以上に区分して日別集計した値を累積したものである．累積した値は図 7 の授業時間帯（daytime）のユニークユーザ数に等しい．図 8 に示すように，授業時間帯の全手動打刻ユーザの約 4 割がその日に 1 回しか打刻操作を行っていない．本学では，授業の開始前と終了後に打刻を行うよう学生に周知しているため，打刻アプリで 1 日 1 回しか打刻操作を行っていない学生は，その授業の対になるもう 1 回の打刻を IC カードリーダで行っているか，授業の打刻とは無関係に打刻アプリで 1 回打刻しているか

ⓒ 2016 Information Processing Society of Japan

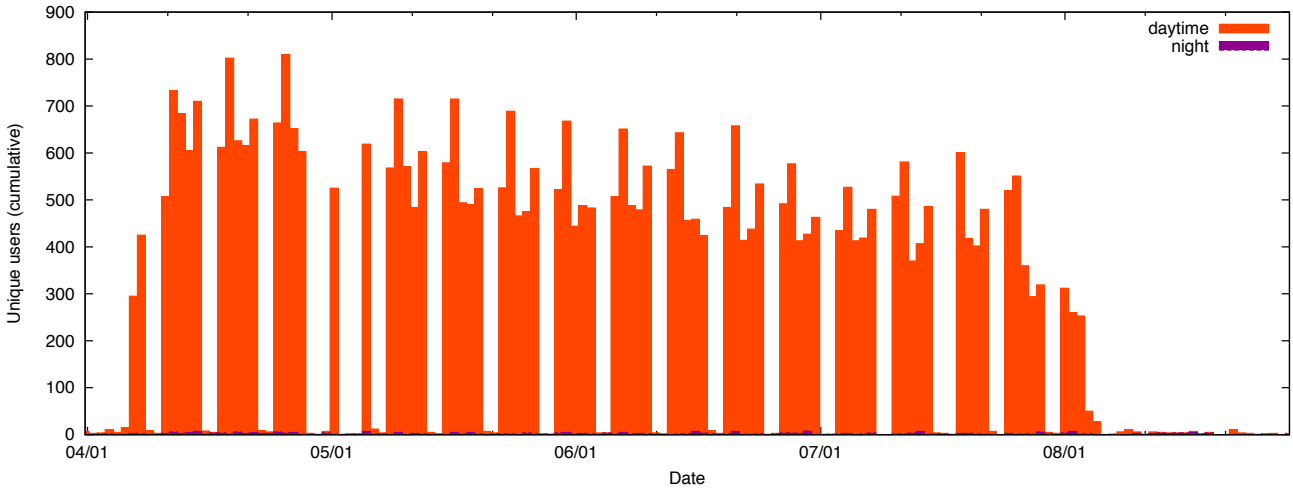

図 7　日別手動打刻ユニークユーザ数（打刻時間帯で区分した値を累積）
（2016 年 4 月から 8 月）

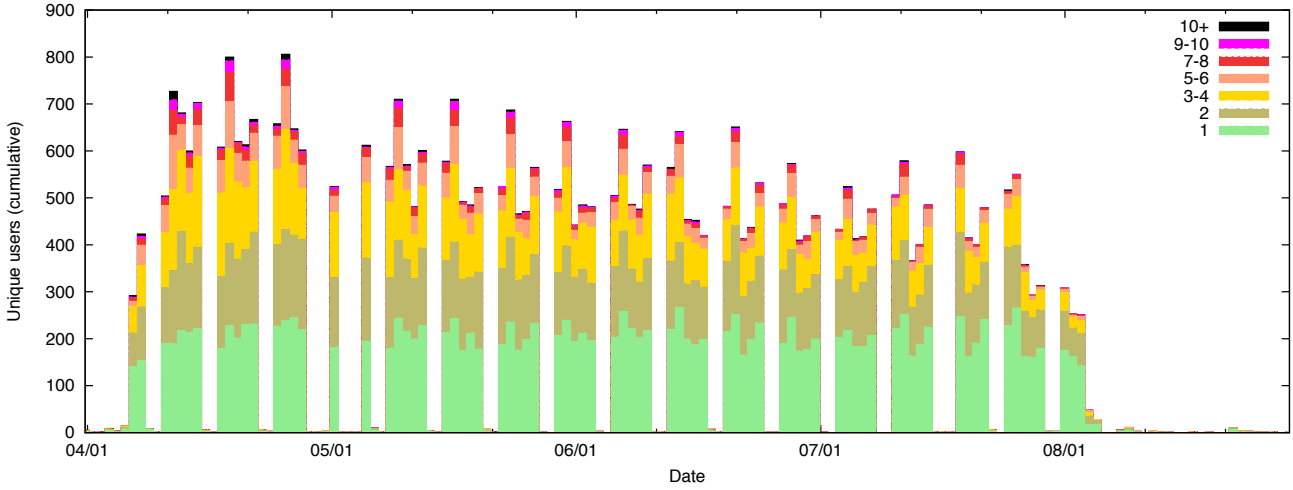

図 8　授業時間帯の日別手動打刻ユニークユーザ数（打刻回数で区分した値を累積）
（2016 年 4 月から 8 月）

のどちらかと推測できる．いずれにせよ打刻回数が少ないことに変わりなく，打刻アプリが大いに活用されているとは言えないので，今後打刻アプリの利用価値を高めてより積極的な使用を促すことが課題である．

5. おわりに

本稿では，本学で 2016 年 4 月から運用を開始した，BLE ビーコンを用いた位置推定により打刻が行える BLE 打刻システムを紹介し，運用開始から現在までの利用実績をまとめた．BLE 打刻システムは利用者が携帯する端末の位置を把握できることから，安全管理をはじめとするさまざまなアプリケーションへの応用が期待される．2016 年 8 月までの利用実績より，学生の打刻アプリの利用率が高くて 1 割程度であることが明らかとなった．今後，打刻アプリの利用価値を高めてより積極的な使用を促すことが運用上の課題である．

なお，本学が開発した BLE 打刻サーバおよびその付随機能の一部は，オープンソースソフトウェアとして公開する予定である．BLE 打刻システムに関する情報は本学情報基盤センターの Web サイト（`http://www.cc.nitech.ac.jp/`）に掲載するので，そちらを参照されたい．

参考文献

[1] 平成 26 年情報通信メディアの利用時間と情報行動に関する調査 報告書，平成 27 年 5 月 総務省情報通信政策研究所，入手先 ⟨http://www.soumu.go.jp/iicp/chousakenkyu/seika/houkoku-since2011.html⟩ (2016.08.29).
[2] 齋藤彰一, 打矢隆弘, 松井俊浩, 内匠逸, 松尾啓志: 名古屋工業大学におけるユニファイドコミュニケーションシステムの導入, 大学 ICT 推進協議会 2015 年度年次大会 (2015).
[3] 梶岡慎輔, 山本大介, 内匠逸, 松尾啓志: *BLE* ビーコンを用いた位置推定による出欠システム, 大学 ICT 推進協議会 2015 年度年次大会 (2015).
[4] Google Cloud Messaging (online), 入手先 ⟨https://developers.google.com/cloud-messaging/⟩ (2016.08.29).

ⓒ 2016 Information Processing Society of Japan