

# GPS 機能と BC 機能を活用した OC 見学サポートシステムの開発と実証実験

久保光貴<sup>\*2</sup>・中北敦史<sup>\*1</sup>・住友千将<sup>\*1</sup>・岳五一<sup>\*1,2</sup>

Email: m1824002@s.konan-u.ac.jp

\*1: 甲南大学 知能情報学部 知能情報学科

\*2: 甲南大学大学院 自然科学研究科 知能情報学専攻

©Key Words: GPS 機能と BC 機能の協働, キャンパス見学サポート, システムの性能評価

## 1. はじめに

大学などに入学する 18 歳人口が平成 30 年に再び減少に転じ、学生の質の確保もこれまで以上に求められる[1]。そのため、大学の魅力を高校生や保護者などに直接に伝え、様々な体験ができるオープンキャンパス (以下、OC) は有効だが、限られた時間内に効率的かつ楽しみながらキャンパスを見学できる工夫が必要である。

これまでに OC に ICT 技術を活用し、大学への関心度を高め、高校生などに積極的に大学見学を促すような取り組みが行われている[2]-[5]。例えば、スマホを用いた無線アクセスポイント (AP) の電波強度の測位と加速度センサーによる移動状態推定を組み合わせた手法でキャンパス内における人の動向把握を行っている[4]。また、筆者らはこれまでに GPS 機能を有するスマホを利用した学部、学内施設、イベントなどに関する情報提供や位置情報データの収集及び分析をしながら、スタンプラリーと Web アンケートの自動集計と分析を行う「キャンパス見学サポートシステム」(以下、OC 見学サポートシステム) を構築し、実証実験を終え、システムの有効性を示した[5]。

しかし、[5]における利用者アンケートによる本システムの利用率に関する性能評価の結果から、今後の課題として、(1) システムの使用性についてスマホ操作に不慣れな利用者への対応、(2) 建物内位置情報の測定精度低下による諸課題の解決、(3) システムからのキャンパス情報の能動的な発信が挙げられている。

そのため、本研究では、これらの問題を解決すべく、(1) OC 情報の通知機能と ID・パスワードなどの登録と入力が必要な Cookie を用いた認証機能の実装を行い、手軽にシステムを利用できるよう改善を図る。(2)[5]のシステムに高精度リアルタイム位置測位の可能な Beacon 機能 (以下、BC) を併用することにより建物内における位置情報の測定精度低下の課題の解決を図る。(3) GPS 機能と BC 機能を協働することで、システムからのキャンパス情報の能動的な発信を行い、情報発信の効率化を図る。そして、この 3 つの目的を達するため、機能向上を図った本研究によって改善した OC 見学サポートシステムを用いて実証実験及び評価を行い、筆者らの先行研究によって構築されたシステムからの改善点を明らかにする。これらの改善により、キャンパス内施設間の移動の効率化と充実度の向上、そして OC 見学の享受が期待される。

## 2. 本研究によるシステムの構成

本研究では、高精度リアルタイム位置測位の可能な BC 端末をキャンパス内の主要施設に設置し、GPS 機能と BC 機能を有機に協働させることにより、筆者らの先行研究により開発した OC 見学サポートシステム[5]の改善と性能向上を行う。これらの改善により、本システム利用者の操作機能の簡略化、OC 見学に関する情報などのスムーズな受信、受信範囲内における利用者の動向把握、そして、キャンパス情報の能動的な発信が可能となる。

図 1 に本研究によりシステムの改善と機能向上を図った「OC 見学サポートシステム」の構成を示す。

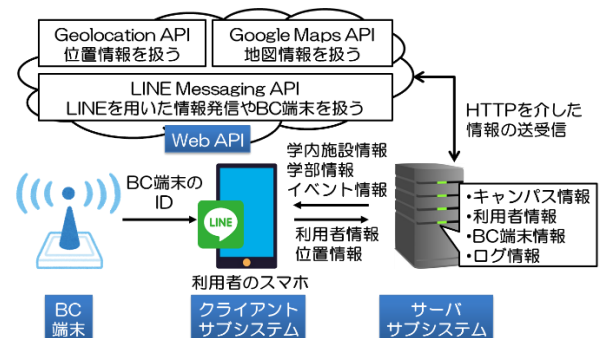


図 1: 本研究による「OC 見学サポートシステム」

図 1 に示したように本システムは「クライアントサブシステム」と「サーバサブシステム」の 2 つのサブシステム、そして BC 端末と Web API の部分から構成されている。

クライアントサブシステムは Android や iOS などのプラットフォームと互換性を持たせるために、ブラウザ上で動作する Web アプリケーションとして構築したサブシステムである。本サブシステムでは、他のサブシステムや API (Application Programming Interface) から受け取ったデータを組み合わせて処理し、利用者に OC に関する情報の提供を行う。

そして、サーバサブシステムはウェブサービスの Amazon Elastic Compute Cloud (Amazon EC2) を利用して、クラウド環境上に構築した仮想の Web サーバ、データベースサーバ (DB サーバ) から構成されるシステムである。Amazon EC2 を利用することで OC などのイ

メントで予測される、短期間の集中的アクセスに対し、安定した稼働を維持するようにしている。

なお、DB サーバにはキャンパス情報や利用者情報、BC 端末情報、位置情報履歴などのログ情報が蓄積されている。それによりクライアントサブシステムからのリクエストに応じてデータの受け渡しが行われる。

さらに、本システムにおいては、Web API における位置情報の取得機能や位置情報の変化の検出機能を利用可能な Geolocation API、地図情報の表示機能・操作機能を利用可能な Google Maps API、LINE アプリによるメッセージ発信機能と BC 端末との通信機能を行うことができる LINE Messaging API を用いる。

また、BC 端末では Bluetooth による信号の発信を行い、発信された信号を検知したクライアントサブシステム内の LINE アプリを通じて、OC 情報の提供を行う。

### 3. 従来のシステムからの改善と機能向上

1 章で述べた 3 つの課題に対して、本システムは[5]のシステムより主に下記の 3 つの改善と機能向上を図った。

1 つ目は、OC 情報の通知機能の実装や、ID・パスワードなどの登録と入力が不要な Cookie を用いた認証機能の実装によって、より手軽に利用できるシステムを構築する。

2 つ目は、[5]のシステムに高精度リアルタイム位置測位の可能な BC 機能を併用することで、建物内における位置情報の測定精度低下の課題を解決する。

3 つ目は、BC 機能を活用したシステムからのキャンパス情報の能動的な発信を行い、情報発信の効率化を図る。

#### 3.1 スタンプラリー機能の改善

ここで、1 つ目のシステム改善と機能向上を図った本「OC 見学サポートシステム」に実装されている「スタンプラリー機能」について述べる。

本システムの「スタンプラリー機能」は利用者学内に施設への誘導、案内を行う。図 2 に本スタンプラリー機能のフローチャートを示す。

図 2 に示したように、本機能は利用者認証処理、地図作成処理、位置情報更新処理、ログ情報記録処理の 4 つの内部処理によって動作している。前述のように、[5]のシステムでは、利用者を認証する際、ID・パスワードを登録してもらう必要があり、スタンプラリー機能を即座に利用できなかった。そこで、本研究では図 2 の点線で囲んでいる「利用者認証処理」の部分に関して、Cookie を用いることによって利用者の認証を行い、本処理についての改善を行った。改善点は下記の通りである。

(1) 新規の利用者が本システムの利用を開始した際、サーバサブシステム内で利用者 ID の発行と DB サーバへの利用者 ID の登録を行う。次に、クライアン

トサブシステム内で Cookie を生成し、利用者 ID を記録する。

(2) 本システムの DB サーバは利用者 ID を用いることで利用者が収集したスタンプの情報やいつどこを訪れたかなどのログ情報を抽出できるように構築を行った。その結果、クライアントサブシステム内の Cookie 機能を用いて保持している利用者の ID 情報により利用者の識別ができる。

このようにして利用者認証処理についての改善が図られ、利用者を識別する際は利用者にかかる煩雑な操作を低減することができ、本システムの使用性が高められる。

#### 3.2 BC 機能の併用による位置測定機能の改善

本節では、2 つ目の改善と機能向上を図った BC 機能を併用することで、建物内における位置情報の測定精度と利用者の動態把握機能の向上について述べる。

##### 3.2.1 BC 端末機能を用いる位置測定機能改善

近年、BC 端末は IoT (Internet of Things) の 1 つのツールとして活用されている。BC 端末は信号を発信して位置情報を知らせる発信機であり、高精度リアルタイム位置測位が可能である。本システムでは、特に位置情報の測定精度が低下している施設に BC 端末を設置する。そして、BC 端末の信号受信範囲内に入ったクライアントサブシステムは BC 端末の ID を受信する。次に、受信した端末 ID をもとに DB サーバから BC 端末を設置した学内施設を特定する。これにより、GPS 精度が低い建物内においても高精度かつリアルタイムな動態把握が可能となる。

##### 3.2.2 BC 機能を用いる情報の能動的な発信

本研究では、3.2.1 で示した手順を用いて利用者が訪れた学内施設を特定し、学内施設情報や学内施設内で実施されるイベント情報を能動的に発信することを可能にした。また、BC 機能を用いて発信された情報はクライアントサブシステム内の LINE アプリによって受信される。これにより、スリープ状態時の端末においてもキャンパス情報の受信・プッシュ通知ができ、先行研究で構築されたシステム[5]よりも効率的な情報発信が可能となる。

### 4. 実証実験と性能評価

本章で、本研究により改善を図った OC 見学サポートシステム (実証実験時の本システム名を「スマホ NAVI!」とする) を用いて実証実験及びシステムの性能評価を行い、先行研究によるシステムからの改善点を明らかにする。実証実験とシステムの性能評価は (1) システムの使用性についてスマホ操作に不慣れた利用者への対応、(2) GPS 機能と BC 機能を協働した建物内位置情報の測定精度低下などの諸課題の解決及び情報の能動的発信に分けて行った。

#### 4.1 システムの使用性の改善に関して

システムの使用性について、スマホ操作に不慣れた利用者に対応できる機能改善として、OC 情報の通知機

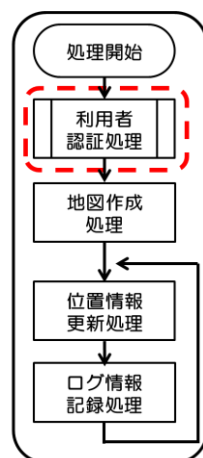


図2: スタンプラリー機能

能の実装、ID・パスワードなどの登録と入力が必要な Cookie を用いた認証機能の実装を行った。

このシステム使用性の改善に関する実証実験は、2019年5月25日(土)に甲南大学岡本キャンパスで開催された保護者対象の「甲南大学教育懇談会」の参加者を対象に行った。

実証実験の結果、本システムの利用者数(「スマホ NAVI!」へのアクセス数)は、大学総来場者数の約900人の内の258人であり、3割近くあった。

図3に当日の各学部・施設を見学した「スマホ NAVI!」の利用者の分布を示す。



図3: 「スマホ NAVI!」を利用した見学者の分布

対象が異なっている点で、[5]で行われた2018年10月のOC時の利用結果(1割強)と単純比較はできないものの、2割近く増えたのはシステム使用の容易さが寄与していると思われる。

図4に2019年5月25日(土)に実施された実証実験における「スマホ NAVI!」利用者から取得した位置情報を分析した結果を示す。



図4: 「スマホ NAVI!」の利用者の位置情報分析

図4の右上にある四角で囲んでいる数字の196は位置情報の取得が確認できた利用者数である。

図4からわかるように、258人の内、位置情報が確認できた利用者数196人は全体の利用者数の77.1%(196÷

258)を占めており、これらの携帯端末が正常に動作し、イベント情報や学部・施設(以下、学内施設)の案内情報を発信でき、スタンプラリー機能が稼働したと考えられる。

一方で、利用した見学者の中に23%の利用者の位置情報が正確に取得できなかったことがわかった。これは使用している携帯端末の機種やプロバイダ提供のサービスによっては建物内の位置情報の測定精度が著しく低下しているためであると分析されている。

## 4.2 システムの動向把握機能の改善に関して

そのため、本研究では、本システムに高精度リアルタイム位置測定の可能なBC機能を追加し、GPS機能との協働によって建物内における位置情報の測定精度低下の課題であるシステムの動向把握機能の改善を図った。そして、BC機能を用いる情報の能動的な発信を行う。さらに、本システムの機能改善の効果について実証実験を行った。以下に詳細に述べる。

### 4.2.1 BC機能を活用した位置測定機能に関して

位置測定機能の向上に関する実証実験の手順として、(1)本システムの利用者による学内施設などに関する位置測定機能の詳細な検証を行う。(2)BC端末の設置前と後の位置情報の測定精度を比較し評価する。

位置情報の測定精度を測るには、スタンプラリー機能を用いてスタンプを取得するまでに要する時間を計測する。そして、スタンプ取得に大きく時間がかかる学内施設において位置情報の測定精度低下の要因を見出す。

本実証実験では、全9名の研究協力者に各々の所持するスマホから「スマホ NAVI!」を起動して、以下の条件に従い学内施設毎のスタンプ獲得にかかる時間(位置情報の取得時間。以下、「取得時間」)を測る。

実証実験の条件:

- 学内施設から16m離れた地点をスタート(計測開始)地点とする。
- スタート地点から学内施設に向かい、取得時間を計測する。
- 利用者の満足度を考慮して計測する取得時間の閾値を120秒とする。閾値を超過したデータについては、「閾値超過」と表記し、欠損データとする。各数値計算時に欠損データを除いて計算を行う。

実証実験の結果、学内施設13箇所のうち、特に取得時間を要した学内施設が5箇所あることが判明した。この5箇所の学内施設について、表1に学内施設及びプロバイダ毎の平均取得時間を示す。

表1: 学内施設・プロバイダ毎の平均取得時間

端末情報		学内施設名				
プロバイダ	OS	図書館	12号館	7号館	正門	1・3号館
docomo	android	60 s	80 s	13 s	80 s	10 s
		閾値超過	閾値超過	5 s	3 s	120 s
		48 s	43 s	0 s	24 s	30 s
SoftBank	iOS	閾値超過	閾値超過	閾値超過	16 s	43 s
		73 s	95 s	閾値超過	90 s	47 s
au	android	64 s	40 s	閾値超過	7 s	3 s
		閾値超過	閾値超過	13 s	閾値超過	閾値超過
UQ mobile	android	120 s	閾値超過	44 s	110 s	6 s

表1からわかるように、例えば、図書館では4つの端末、12号館では5つの端末など、GPS機能のみを用いた時に閾値を超過する欠損データとなった端末が多数あった。GPS機能のみによる位置情報の測定精度の低下の要因として、個々の端末の状態や、システム利用時に用いたブラウザの種類、ローカルの無線環境など様々な要因が挙げられる。そこで、本システムでは、GPS機能とBC機能を併用することで改善を図る。

表2に集計をした閾値超過の欠損データのない(以下、有効データ)人数と平均取得時間、そして図5に平均取得時間について、GPS機能のみを用いた場合とGPS機能とBC機能を併用した場合のそれぞれの計測結果を示す。但し、表2及び図5における平均取得時間は有効データの人数によって算出を行った。

表2: 有効データの人数と平均取得時間の比較

		図書館	12号館	7号館	正門	1・3号館
有効データの人数	GPS	5人	4人	5人	7人	7人
	GPS+BC	全員	全員	全員	全員	全員
有効データの平均取得時間	GPS	73 s	64.5 s	15 s	47.1 s	37 s
	GPS+BC	31.2 s	38.2 s	32.5 s	27.2 s	22.6 s

表2に示したように、GPS機能のみを用いた位置情報測定を行う場合、閾値超過の欠損データを持つ端末の人数対全利用人数(9人)の割合はそれぞれ、図書館と7号館では44.4%(4人)、12号館では55.5%(5人)、正門と1・3号館はそれぞれでは22.2%(2人)であった。

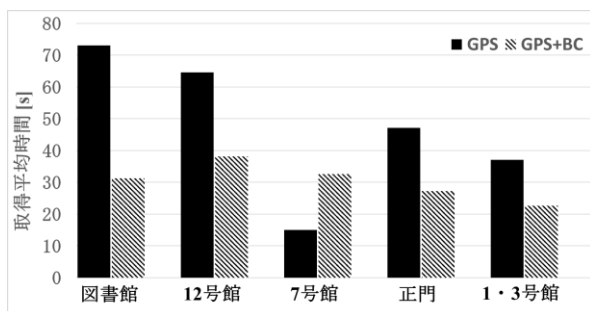


図5: 学内施設毎の有効データによる平均取得時間

一方で、図5に示したようにGPS機能とBC機能の併用により、利用者全員に閾値超過の欠損データがなく、取得時間が7号館を除く全ての学内施設において大幅に削減され、さらに安定的であるなど大幅な改善が見られた。しかし、7号館のGPS機能のみを用いた有効データは55.5%であったことに注意いただきたい。これより、GPS機能とBC機能との協働によって、[5]の課題であった建物内の位置情報取得精度の低下について大幅な改善がなされたものと考えられる。

#### 4.2.2 BC機能による情報の能動的な発信

本システムでは、BC機能による能動的な情報発信を、LINEアプリを用いて行うようにした。図6にBC機能と協働し、クライアントサブシステム内のLINEアプリへ情報発信を行った例を示す。

図6に示したように、BC機能を用いた能動的な情報発信では、学内施設情報や学部情報などを水平方向に



図6: BC機能を用いた能動的な情報発信

スライドできるカルーセル形式として、コンパクトに纏めて提供する。本形式を用いることによって利用者は目的の情報をいち早く取得できるようになり、効率的なキャンパスの見学が可能となると考えられる。

## 5. まとめと今後の課題

本研究では、これまでに挙げられた諸課題についてシステム機能の改善を図った。そして、実証実験の結果により、(1) OC情報の通知機能の実装、ID・パスワードなどの登録と入力が必要なCookieを用いた認証機能の実装により、より手軽にシステムを利用できることがわかった。(2) 本システムにおいて、GPS機能とBC機能を協働することにより、従来の研究における建物内位置情報の測定精度低下の課題を解決し、位置情報の測定精度が大いに向上したことがわかった。(3) GPS機能とBC機能との協働による能動的な情報発信を行うことで本システムの情報発信の視認性及び効率性を向上できた。これらの改善により、キャンパス内の施設間の移動の効率化と充実度の向上、それに伴うOC見学の享受が本研究で行われた実証実験により確認され、本システムの有効性を明らかにした。

今後の課題としてシステムにより提供するコンテンツの多言語化や操作マニュアルの充実化が挙げられる。

## 謝辞

本研究の一部は私立大学など経常費補助金特別補助「大学間連携等による共同研究」による。実証実験の研究協力者に深謝する。

## 参考文献

- [1] 内閣府, “18歳人口と高等教育機関への進学率等の推移,” <https://www8.cao.go.jp/cstp/tyousakai/kihon5/1kai/siryo6-2-7.pdf> (参照: 2019年6月1日).
- [2] 厳京龍, “拡張現実感を用いたキャンパス案内支援システム,” <http://ir.c.chuo-u.ac.jp/repository/search/binary/p/5258/s/2660/> (参照: 2018年12月13日).
- [3] 小林亮, 佐藤仁美, 服部哲, 速水治夫, “ゲーム性を取り入れた施設公開型イベント支援システム,” <https://bit.ly/2UVCdDh> (参照: 2019年6月1日).
- [4] 渡邊勇輝, 鈴村礼治, 小栗悠生, 大山実, “キャンパス内における行動履歴システムの提案,” 電子情報通信学会総大会, D-9-24, p. 1, 2018.
- [5] 久保洗貴, 岳五一, “オープンキャンパス見学サポートシステムの構築と実証実験,” 第13回パーソナルコンピュータ利用技術学会全国大会講演論文集, pp. 64-67, 2018.