

# iBeacon を用いたオフィス滞留分析システムについて

ソリューション本部 開発三部

中尾 浩一

## 1. はじめに

“いい仕事は、いい雑談から。”近年の People Analytics (職場の人間科学) の研究によると、雑談などの非公式なコミュニケーションは、職場の生産性や創造性を高め、社員のストレス軽減にも寄与することが認知されている。オフィス家具の製造・販売を手掛けるプラス株式会社 ファニチャーカンパニー様では、このような雑談が仕事にもたらす効果・効能に着目して、「5 TSUBO CAFE (ゴツボカフェ)」というサービスを昨年 10 月より開始されている。

「5 TSUBO CAFE」は、名前の通り、オフィス内に 1 坪～5 坪程度の小さなカフェスペースを設けて、人々が集まるきっかけをつくり、社員同士のコミュニケーションを促そうというものだ。カフェスペースの運営に必要なテーブルや椅子などの什器はもとより、コーヒーやおやつ、四季折々のお花や雑談のきっかけをつくる雑談アプリなどを一つのパッケージにして提供するリース形式のサービスである。加えて、カフェスペース設置前後の導入効果が分かるように、利用回数や滞在時間を測定してレポートする効果測定サービスも提供されており、この効果測定サービスには、当社が iBeacon を用いて開発した滞留分析システムをご採用頂いている。

本稿では、まず、「5 TSUBO CAFE」の簡単な紹介を行い、次に、効果測定サービスの中核をなしている「オフィス滞留分析システム」の概要を説明する。

## 2. 「5 TSUBO CAFE」とは？

「5 TSUBO CAFE」は、部署や役職・世代を越えた交流を促し、そこから生まれる「雑談」がオフィスに笑顔や新しい価値を創り出す、独自のカフェ空間である。カフェの設置スペースを確保するための空間づくりから、「雑談」を促すソフトメニュー、効果測定までをプラス様がハード・ソフトの両面からトータルにプロデュースし、継続的にサポートされている。

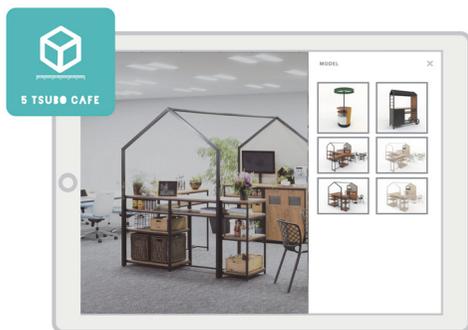
### (1) スペースの悩みをオフィスダイエットで解決

「カフェ用のスペースなんて無い」「オフィスが狭くて無理」——そうした企業のために、オフィスフロア内の不要な書類や無駄なスペースを削減するなど、まずカフェ設置スペースの創出をサポートする。



## (2) カフェ導入シミュレーション

オフィス内で創出可能な有効スペースを測る「TSUBO 測定」や、カフェが設置されたイメージが直感的にわかる「5 TSUBO AR」など、専用のデバイスを使ってスタッフが導入検討をサポートする。



■ 5 TSUBO AR

## (3) 広さに合わせて設置できるカフェ空間

設置スペースの広さ、好みのデザインテイストに合わせて、1坪から設置できるカフェ空間を構築する。



## (4) 雑談を促すオプションサービス

雑談のきっかけとなるようなコンテンツ、コーヒーやおやつ、季節の変化を楽しめる装飾品のデリバリーなど、導入後のソフトサービスを継続して提供する。



■ デジタルサイネージ  
今日は何の日？  
多彩なフォトライブラリ  
で提供



■ コーヒーお届け便



■ 季節のお花お届け便



■ おやつお届け便



■ 野菜お届け便

## (5) 社員の交流を iBeacon で見える化

iBeacon により、カフェの利用回数や滞在時間を測定して、結果をグラフや平面図でレポート。社員の交流を見える化するすることで、導入効果を確認できる。



### 3. iBeacon の概要

効果測定サービスで採用されている iBeacon は、Bluetooth 4.0 で新たに追加された BLE (Bluetooth Low Energy) 省電力近距離通信の信号強度を利用した距離推定技術をベースとしている。Apple 社の iOS 7 に標準搭載されたことで一躍脚光を浴び、O2O (Online To Offline) サービスの切り札として注目を集めている。ちなみに iBeacon は Apple 社の商標である。最近では、来店検知や店舗等での商品案内、クーポン発行など、具体的なサービスが続々と登場している。

iBeacon では、識別子などのビーコン信号を発信する機器をペリフェラル、そのビーコン信号を受信する機器 (iPhone など) をセントラルと呼ぶ。通常はこれにペリフェラルを管理するサーバや、セントラルが受信したビーコン信号をもとにセントラルに対して、例えばクーポンを発行するとか、広告を送るためのサーバが必要になる。ペリフェラルからは一方的にビーコン信号が発信されるだけで、相互通信が行われるわけではなく、また、セントラル側では、ビーコン信号を受信してサーバとサービスのやり取りをするためのアプリを事前に起動しておく必要がある。(図1)

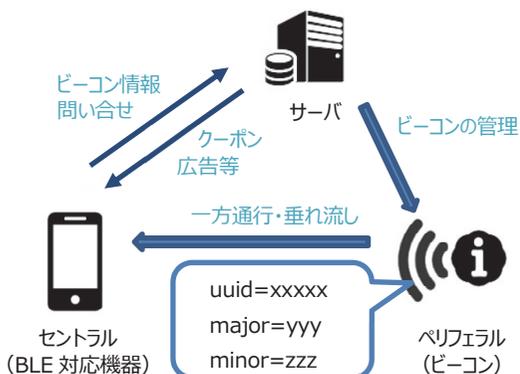


図1 iBeacon の構成要素

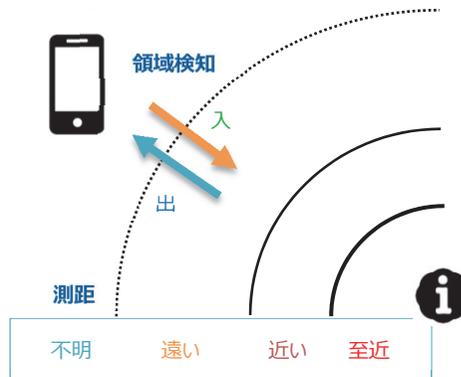


図2 iBeacon の測位

測位については、ペリフェラルが存在する領域への入/出の検知と、ペリフェラルまでの距離が「至近 (immediate) ≒数 10cm」、「近い (near) ≒1m 程度」、「遠い (far) ≒1m 程度以遠」、「不明 (unknown)」という大まかな距離感を把握できるだけで、ペリフェラルまで何 m といった絶対的な距離の測定は基本的にはできないことを理解しておく必要がある。(図2)

このように、iBeacon は情報を一方的にブロードキャストしてしまい、容易に傍受できるため、なりすまして使用されて困るようなサービスでの利用には向いていない。また、アプリ開発の観点では、iOS については iBeacon のクラスが用意されているが、Android については Ver. 4.3 以降で BLE に対応しているというだけなので、iBeacon をハンドリングするための処理は自前で実装する必要がある。

### 4. オフィス滞留分析システム

#### 4.1 システムの概要

図3 にオフィス滞留分析システムの概要図を示す。

- ◆ カフェ利用者には iBeacon 発信機 (ペリフェラル) を配布して、オフィス内では常時携帯してもらう。
- ◆ カフェエリアにはビーコン信号を受信するために iPad (セントラル) を設置する。

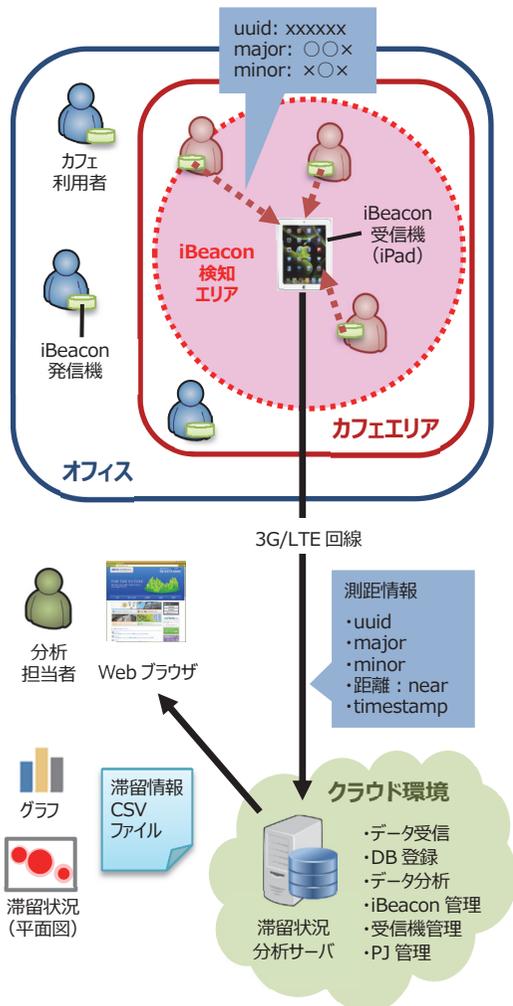


図3 システム概要図

- ◆ 利用者が検知エリア内にいる間、iPad 内の受信アプリは発信機のビーコン信号を受信して、電波強度に基づく測距を行い、受信機 ID、発信機 ID、測距情報を滞留状況分析サーバへ送信する。
- ◆ 受信機からの情報を受信したサーバは、受信機 ID、発信機 ID、検知時刻などを基に認証を行い、測距情報を DB に格納する。
- ◆ サーバは発信機や受信機の管理、測定プロジェクトの管理、滞留状況の分析機能を提供する。
- ◆ 分析担当者は、適宜、Web ブラウザでサーバにアクセスして、滞留状況をブラウザ画面や Excel のグラフ、平面図で確認できる。

#### 4.2 iBeacon 発信機

iBeacon 発信機は、測定期間中に常時、利用者に携帯してもらうため、小型軽量(7~20g 程度、電池込)でペンダントとしても使用できるものを選定している。また、ボタン電池の交換が可能で各種 ID の設定が容易なこと、カフェエリアの広さに応じて電波出力の調整ができることなども重要である。

iBeacon 発信機に設定している ID は次の通り。

- ◆ UUID: その発信機がプラス社のものであることを示す固有の ID (MyBeaconID)。全ビーコンで共通。受信機側では、この UUID を持っている発信機の電波しか受信しない。
- ◆ Major: 発信機の購入番号(ロット番号)。発信機は、同一の製品でもロットにより個体差があることを考慮して、追加購入をする度にロット単位に新たな番号を設定している。
- ◆ Minor: 同一 Major 番号内でのシリアル番号。

なお、iBeacon 発信機は、現在、複数社の製品を使用しているが、製品により特性等に微妙な違いがあるため、混在させた使用は避けるようにしている。

#### 4.3 iBeacon 受信機

iBeacon 受信機には、主に iPad mini を使用している。設置場所等の状況によっては iPhone を利用することも可能である。これらのデバイスを受信機として使用するために、ビーコン信号の受信と距離推定(“至近”、“近い”、“遠い”、“不明”)、測定情報の送信などを行う iOS アプリを開発した。図4に iOS アプリの画面例を示す。

効果測定は、通常 1~2 週間の期間に渡り、24 時間休みなく実施される。受信アプリは、iOS の仕様上、常にフォアグラウンドで動作させておく必要があるため、測定中は iPad のホームボタンやスリープボタン、画面タッチなどの操作を無効化する iOS の「アクセス

ガイド」機能を活用している。また、測定中に、会社紹介や製品紹介等の画像を表示できるように、スライドショー機能(フォトビューワー機能)を搭載している。



図 4 iPad 受信アプリ画面

#### 4. 4 滞留状況分析サーバ

##### (1) 測定プロジェクト管理機能

プロジェクトの作成、プロジェクトで使用する発信機や受信機の引き当て、カフェエリアの平面図の登録などを行う。プロジェクトの開始・終了日時を管理することで、発信機や受信機の使用・予約状況を確認できる。また、深夜や休祭日などの期間を滞留状況の集計処理から除外する機能も提供している。

##### (2) iBeacon 発信機管理機能

発信機は購入した時にシステムへ登録を行う。また、発信機をプロジェクトに引き当てる際には、発信機とカフェ利用者との紐付けを行い、「所属」「年代」「役職」「性別」などの属性を設定できる。これにより、

滞留状況の分析時に、属性別集計や属性による絞り込みなどを行える。

##### (3) 受信機管理機能

設置環境に応じて、受信機ごとに検知エリアの範囲や滞留判定のための最短時間を設定できる。

- ◆ Near 限界距離 (m)：受信機の測距判定が near の時に、精度(≒推定誤差)がこの距離よりも大きければ far と見なす。
- ◆ Far 限界距離 (m)：受信機の測距判定が far の時に、精度がこの距離よりも大きければ unknown と見なす。
- ◆ 滞留最短時間(秒)：1 回の滞留時間がこの値よりも短い場合、滞留時間集計から除外する(滞留していないとみなす)。

##### (4) 滞留分析機能

滞留状況は、測定結果の一覧表や Excel のグラフ、オフィス平面図へのプロット出力などから確認できる。

- ① 一覧表出力：受信機別・日時別の滞留人数と平均滞留時間、滞留ビーコンの一覧を表示する。属性による集計表の絞り込みも行える。(図 5)

$$\sum(\text{滞留時間}) \div (\text{ユニーク人数})$$

	11F (ユニーク人数)	11F (平均滞留時間)	11F (ビーコンID)	受信機名称
00時台	1	14 57		ビーコンを オフィスに 置いたまま 帰宅?
01時台	1	1 57		
02時台	1	4 57		
03時台	0	0		
04時台	1	1 57		
05時台	1	1 57		
06時台	0	0		
07時台	3	11 9,16,57		
08時台	8	11 9,16,17,21,32,56,57,86		
09時台	8	38 9,17,21,32,53,56,57,86		
10時台	11	26 9,17,21,25,32,38,53,56,57,69,75		
11時台	5	37 21,25,32,57,84		
12時台	13	21 6,9,13,21,25,32,38,45,65,66,69,70,90		
13時台	15	26 6,9,16,21,25,31,32,33,44,45,65,66,70,87,89		
14時台	11	24 6,9,13,16,23,25,31,66,69,70,89		
15時台	7	30 6,16,23,31,44,66,87		
16時台	5	12 38,58,66,87,90		
17時台	2	22 38,58		
18時台	3	32 25,66,90		
19時台	4	22 23,25,66,90		
20時台	1	8 25		
21時台	0	0		
22時台	0	0		
23時台	0	0		
1日	28	83.9 --		

図 5 滞留状況一覧の表示例

② グラフ出力：一覧表のグラフ化に加えて、属性の組み合わせ指定によるグラフ化が可能(例えば、部署Aの管理職と部署Aの一般職を比較するなど)。図6は一週間の測定期間における時間帯毎の部門別累計滞留人数を、図7は部門別平均滞留時間を示した例である。このほか、属性の設定内容に応じて役職別や年齢別、就業タイプ別など様々な切り口で分析することが可能である。

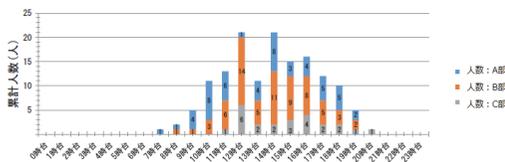


図6 時間帯毎の部門別累計人数

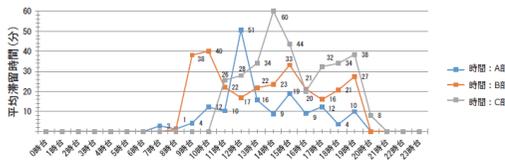


図7 時間帯毎の部門別平均滞留時間

③ 平面図出力：②のグラフ出力の代わりに平面図上で条件別に色分けしたアイコンでプロット出力を行う。図8に役職別の滞留状況をオフィス平面図上にプロットした例を示す。なお、iBeaconでは測定者の位置座標は取得できないため、アイコンは既定の半径内(赤い円)にランダムにプロットしている。平面図出力は、主としてアイコンの種類や割合、密度をイメージとして直感的に把握できることを目的としている。

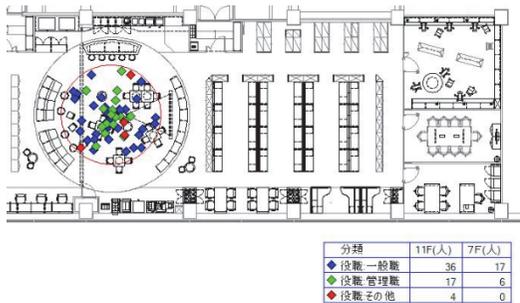


図8 役職別滞留状況の平面図プロット

## 5. おわりに

iBeacon を用いた測位では、測定機器間の正確な距離を計測したり、絶対的な位置座標を特定したりすることはできないが、今回の効果測定サービスのようにより、人やモノの大まかな流動性・滞留状況を把握することには有用であることが確認できた。今後は、3点測量を応用して測位精度の向上を図るための検証を行ったり、属性の相関を分かり易く見せたりするなど、分析機能の拡張や見える化の改良などに取り組みたい。

## <謝辞>

本システムの構築、並びに、本稿の執筆にあたり、貴重なご助言と各種資料のご提供を頂きましたプラス株式会社 ファニチャーカンパニーの高橋 純様、高木 萌様に感謝の意を表します。

## <参考文献>

- 「5 TSUBO CAFE WEB サイト」  
<http://5tbcafe.plus.co.jp/>
- 「【加速するオフィスイノベーション】プラス ～『5TSUBOCAFE』提案」(SankeiBiz, 2016年4月4日, 株式会社産経デジタル)  
<http://www.sankeibiz.jp/business/news/160404/bsd1604040642004-n1.htm>
- 「職場の人間科学」(バン・ウェイバー著, 2014年5月23日, 早川書房)
- 「位置情報とマッププログラミングガイド」(Apple 公式プログラミングガイド, 2014年3月10日)  
<https://developer.apple.com/jp/documentation/LocationAwarenessPG.pdf>