

# 無線発信機を活用した作業所内の 高所作業車・作業所員の位置把握システム

染谷 俊介

建設工事では、大規模になると千人規模の現場員・作業員と数百台の建設機械を同時に使用することもあり、施工管理者にとっては人・物双方の配置管理が常に課題となっている。その解決策として、屋外工事ではGPSを活用した情報化施工の取組等があるが、屋内も含めた位置把握技術は実用化が難しかった。そこで本報では、近年普及が進んでいる近距離無線通信規格「iBeacon」<sup>a)</sup>に着目し、現場員と建設機械の位置をリアルタイムに把握するシステムを開発するとともに、作業所において運用を開始したので、概要を報告する。

キーワード：無線発信機，携帯端末，位置把握，屋内測位，稼働率，工事現場，現場員，作業員，建設機械

## 1. はじめに

### (1) 開発の背景

建設工事では、作業所内の人員や資機材の位置を把握するニーズが、以前から大きかった。例えば、人員管理の面では、大規模作業所では場内が広大であるため、現場員や作業員がお互いの位置をリアルタイムで把握するニーズが大きい。お互いの位置が分かれば、近くにいる時間を見計らって細かいコミュニケーションを取ることが可能だが、実際は関係者が集まる定例打合せまで情報が共有されないことが多い。資機材管理の面では、建設機械の位置を把握するニーズが大きい。大規模作業所では数多くの建設機械を使用し、高所作業車は同時に数百台を使用することもある。施工管理者はこれらの配置管理を目視で行っており、多くの手間を要していた。

そこで本報では、これらの課題を解決する手段のひとつとして、無線発信機を活用した屋内向け位置認識システムを開発し、作業所で運用を開始したので、報告する。

### (2) 開発の目的

位置認識技術としては、土木・道路工事の分野ではGPSをはじめとした位置把握技術を活用した情報化施工の取組が進んでいる。しかし、GPSを使ったシステムは屋内では使用できないため、屋内での作業が多い建設工事では活用できない。その他、RFID タグ

や ZIGBEE といった無線発信機を使った位置認識技術もあるが、専用の受信機を多数配布する必要があり、コスト・手間の両面で実用化が難しかった。図-1に示す通り、技術をコスト・手間と精度の関係性でマッピングすると、作業所では「コスト・手間が少なく、精度も数m」か「コスト・手間が多くても、精度が数mm」の両極端なものが有効であると、筆者は考える。本報の用途では、精度は数mで良いため、コスト・手間の削減が必要であった。そこで、新しい技術である近距離無線通信規格「iBeacon」に着目し、「コスト・手間が少なく、精度も数m単位」である位置把握システムを開発した。

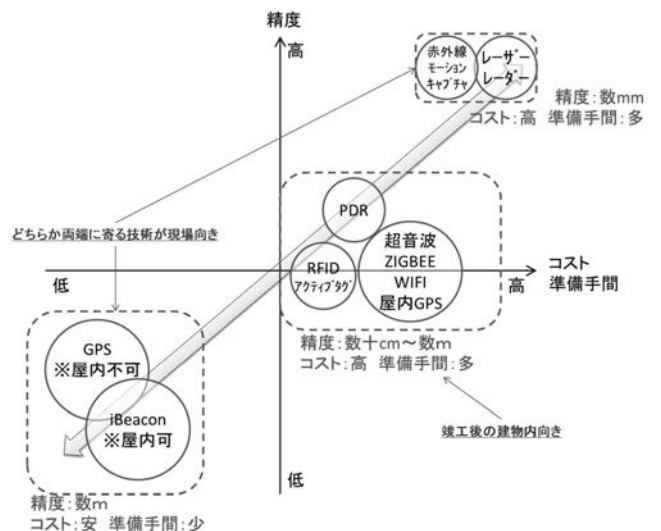


図-1 位置把握技術の技術マッピング

a) iBeacon は、Apple Inc. の登録商標。

## 2. 開発システムの概要

### (1) システム構成

近距離無線通信規格「iBeacon」とは、Bluetooth Low Energy（以下、BLEという。）という近距離無線通信技術を活用したiOSの通信技術・機能のことをいう。BLEはBluetoothの拡張仕様の一つであり、使用電波は免許なく使える2.4GHz帯で、通信距離は15m程度である<sup>1)</sup>。iOS端末（以下、携帯端末という。）を受信機として使用できること、および省電力であることが特徴であり、iBeacon端末（以下、無線発信機という。）自体のコストも安価であることから、建設工事に向いていると判断して採用した。

必要な機器としては、図-2に示す通り、①発信機：無線発信機②受信機：携帯端末③サーバー、の3種類である。これらハード機器は市販製品を活用し、携帯端末側のアプリケーション、およびサーバー側のソフトウェアを独自に開発した。専用アプリケーションではデータの送受信や表示・編集機能を持たせ、サーバー側のソフトウェアで複数端末のデータを統合・整理している。

無線発信機を使った位置把握では、無線発信機が発信する電波の強度を基に、受信機側で算出した距離の値を活用する方法が多い。まずは無線発信機もしくは受信機のどちらかを場内に固定し、あらかじめその位置座標をサーバー側で登録しておく。もう一方は常に動くが、固定側との位置関係を算出することで、位置を把握する。最終的に位置座標を同定する方法としては大きく2種類ある。一つ目はエリア判定である。移動側1個に対し最も近接した固定側3個によって三角形エリアを算出する方法である。精度は固定側の配置密度に依存するが、電波強度から算出される距離値の精度が良ければ、エリア内でさらに正確な位置座標を計算することも可能となる。二つ目は単体判定である。移動側1個が最も近接した固定側1個の位置を現在地として採用するもので、精度は固定側の配置密度

に依存する。本報の用途では、数mの精度で十分であること、およびエリア判定では固定側の一部の不具合が大きく精度に影響することから、単体での判定方法を採用した。

建設用途では、固定側の端末数が多くなる場合が多いため、コストを考慮し、安価な無線発信機を固定側、高価な携帯端末を移動側とした。また、建設機械も移動側になるが、携帯端末を搭載すると盗難や破損の危険が大きいことから、あえて無線発信機を搭載し、ユーザーが建設機械の近くを通ったタイミングで位置情報を更新する方式とした。

### (2) 機能の概要

#### (a) 各種初期登録機能

ユーザーが状況に応じてシステムをメンテナンスすることができるように、各種情報の登録機能は携帯端末側のアプリケーション側に搭載した。システムとして初期登録が必要な情報としては①無線発信機固有のID（以下、端末IDという。）②端末ID固有のXY座標③端末ID固有のフロア情報④端末ID固有の建設機械ID⑤ユーザー情報⑥図面情報、の6種類である。この内、①～⑤までの登録機能を携帯端末内のアプリケーションに搭載し、⑥のみサーバー側のソフトウェアに搭載した。⑥のみサーバー側に搭載した理由は、縮尺や画面サイズの調整等、表示精度に関わる細かい設定が必要であり、携帯端末上での設定が困難であるためである。

#### (b) 位置表示機能

携帯端末を持ったユーザーが無線発信機の半径10m以内に近づくと、アプリケーションが無線発信機のIDを受信し、IDに紐付けて登録されている位置情報をサーバーに送信する。アプリケーションは、定期的にサーバーから情報を収集し、①各ユーザーの位置②建設機械の位置、の2種類を図面上に表示する。図-3に示す通り、ユーザーは○アイコン、建設機械は△アイコンとし、ユーザー・建設機械の名称や連絡



図-2 位置を認識する仕組み

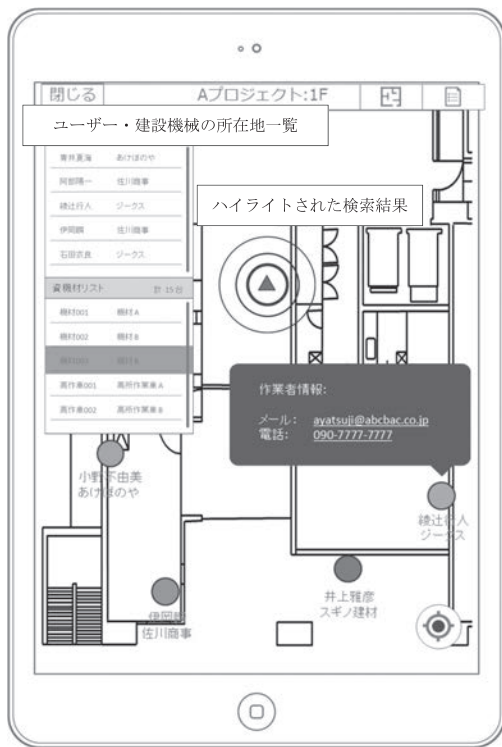


図-3 表示画面のイメージ

先と共に表示した。画面上ではタッチパネルの操作で、図面の拡大・縮小が可能な仕様とした。図面はフロア別に登録しており、表示を切り替えることで、各フロア内の位置情報のみが表示される。

#### (c) 滞留警告機能

建設機械については、稼働率把握のニーズが大きい。稼働率の低い機械が多ければ一部を返却するなど、適正な台数管理を行うことで、仮設費の削減が可能なためである。そこで、本システムでは一定時間動きのない機械について、アイコンを赤く表示する機能を搭載した。

#### (d) 検索機能

アプリケーション上での位置表示に加えて、検索機能を搭載した。大規模作業所では、フロア数もユーザー数も多く、アプリケーション内での探索にも手間が掛

かる。そこで、図-3の通り、登録されているユーザーと建設機械の所在フロアを一覧表示するとともに、リストで選択したユーザー・建設機械の位置を自動でハイライトする機能を搭載した。

### 3. 適用工事の概要

本章では、開発したシステムを作業所で運用したので、その概要を報告する。

#### (1) プロジェクト概要

本システムが最も効果を発揮する工事は、ショッピングモールのように広大で、かつ店舗の間仕切りで見通しの良くないものである。そこで、堺市の大型ショッピングモール新築工事「イオンモール堺鉄砲町作業所」に適用した。本工事は建築面積が約 41,000 m<sup>2</sup>、延床面積が約 137,000 m<sup>2</sup>であり、1フロアは東京ドーム約 0.9 個分に相当するほど広大である。構造はS造、地上4階建て、工期は2014年10月～2016年3月の17か月である。本システムの適用は、鉄骨建方開始時期である2015年2月から検査前の2016年2月までである。施工中の外観を写真-1に示す。

#### (2) 課題

本プロジェクトでは、最大で同時に約 800 台の高所作業車・フォークリフトが使用された。高所作業車の使用例を写真-2に示す。その大部分は施工者がリース会社から借り、作業員へ貸与して使用されるものであった。日々の管理は、建設機械の鍵の貸出・返却作業によって行っており、機械本体は作業所場内に残置された。各建設機械の使用者が日によって一致しない場合も多いため、その場合の使用者は、作業前に割り当てられた建設機械を探索しなければならない。日々の作業を円滑に開始するためには、施工管理者による毎日の棚卸しが必要であった。従来の棚卸しは目視で



写真-1 イオンモール堺鉄砲町作業所の施工中の外観写真



写真一 2 高所作業車を使った作業例

行っており、場内を巡回して、各建設機械の近くまで行き、添付された号車番号を確認しなければならない。仕上工事がメインの時期になると、間仕切ボードが張られていき、さらに見通しが悪くなる。この作業は慣れた現場員でも一日 30 分から 1 時間程度必要であり、位置把握技術による効率化への期待が大きかった。

### (3) 作業所場内の環境

施工中のインフラ環境は、一般的な建設工事同様、変化が大きかった。鉄骨建方の開始時期に、デッキ吊り下げ型の仮設照明の配備が進み、分電盤等の仮設電源が増設されていく。スラブのコンクリート打設を効率的に実施するため、水平工区を複数に分割していることから、場所によって作業進捗が大きく異なり、分電盤や倉庫を中心とした資機材置場が日・週単位で変化した。仮設照明は、天井ボードが張られた後も多くを残置し、天井の本設照明が設置されるまで使用された。

また、現場員は 2015 年 6 月時点で 29 名在籍しており、全員が会社から携帯端末を支給されていた。携帯端末は、図面確認や写真撮影、メール確認等、日常的に作業所場内の業務で使用されるため、現場員は常に携帯して移動していた。携帯端末はセルラーモデルであり、通信環境は常に良好であった。

次章では、上記の課題・環境下における具体的なシステム適用方法を報告する。

## 4. 適用方法

### (1) 使用機器

使用した機器は、①市販無線発信機 400 個（固定側 300 個、移動側 100 個）②独自に作成したアプリ起動用 BLE 端末 10 個③社内で既に配備されていた携帯端

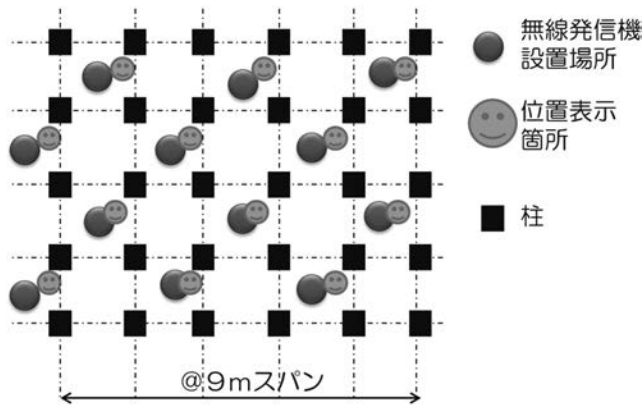
末 30 台④新たに契約した市販レンタルサーバー 1 台、の 4 種類である。①無線発信機については、出荷時に割り当てられている UUID に加えて、majorID・minorID をユーザー側で設定することができる。本プロジェクトでは、majorID にフロア番号、minorID に端末固有の番号を割り当てた。②アプリ起動用 BLE 端末については、アプリの自動制御が可能な特殊なコマンドを送信するもので、メーカーに依頼して独自に製作した。③携帯端末には、開発したアプリケーションを事前にインストールし、現場員が一人一台、常に持ち歩いた。先述の通り、全てセルラーモデルであり、④サーバーと常に通信が可能な状態であった。

### (2) 無線発信機の設置方法

固定用の無線発信機は、仮設照明に設置した。その理由は、①仮設照明と同時に設置可能であり、設置手間が少ない②天井本設照明の施工直前まで残置予定であり、盛り替えが少ない③竣工後は撤去される仮設材であり、回収漏れの恐れがない、の 3 点である。無線発信機は透明のビニール袋で養生し、設置後に minorID を目視できるように印字した。設置方法は、まず仮設電気工にフロア別に仕分けした無線発信機と配置計画図（既存の仮設照明配置図に、無線発信機の位置を重ねたもの）を支給し、写真一 3 に示す通り、仮設照明設置時に照明上部へ設置してもらった。配置密度は図一 4 に示す通り、1 スパン（9 m）に一つの割合で設置されている仮設照明に対し、無線発信機は 2 スパン（18 m）に一つの割合で、千鳥形状に配置した。2 スパン置きに配置した理由は、無線発信機が発信する電波の受信限度が 10～15 m 程度であることから、全域を漏れなく管理するためである。配置数は 1 フロア約 100 個であり、駐車場フロア 4F を除く 1～3F に



写真一 3 仮設照明に設定した無線発信機



図一 4 作業所場内における無線発信機の配置方法

計 300 個配置した。配置後、現場員が現地で minorID を目視し、アプリケーション上の機能で配置位置を登録した。竣工後は、仮設照明と同時に無線発信機も回収された。

移動用の無線発信機は、日によって使用者が変わるスポット使用用途の高所作業車およびフォークリフト計 100 台に配置した。写真一 4 に示す通り、運転席のコンソール回りにテープ等で固定した。



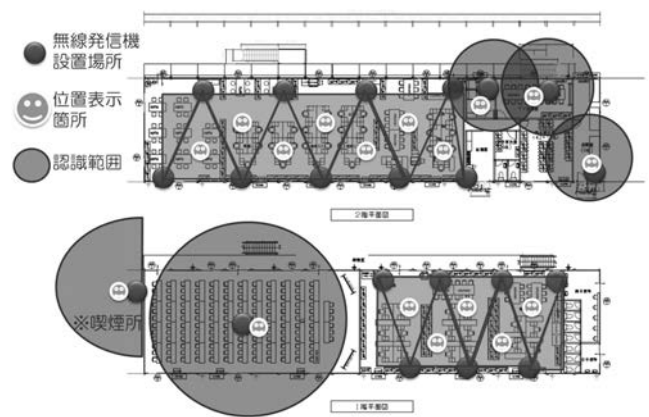
写真一 4 高所作業車に設置した無線発信機

アプリケーション起動用 BLE 端末については、市販の無線発信機よりも受信距離が大きいものを使用したため、1フロア3個程度の計 10 個を使用した。この端末の使用方法については、次項でアプリケーションの使用方法とともに記載する。配置場所は明確に固定する必要がないため、メンテナンス性を考慮して、写真一 5 に示す通り地上の資機材倉庫等に設置した。

また、参考情報として、図一 5 の通り、仮設事務所にも無線発信機を 21 個配置し、仮設事務所内の人員配置の見える化も試みた。



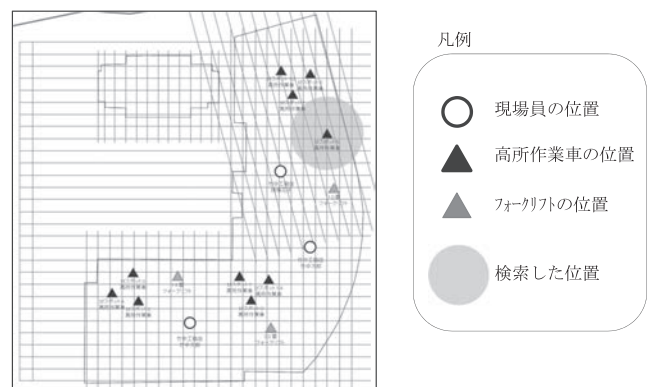
写真一 5 資材置場の倉庫に設置したアプリケーション起動用 BLE 端末



図一 5 仮設事務所における無線発信機の配置方法

### (3) アプリケーションの使用方法

アプリケーションではフロア別に図面を登録してあり、①事務所 1F ②事務所 2F ③作業所 1F ④作業所 2F ⑤作業所 3F、の 5 種類を選択可能とした。図一 6 に作業所 1F における表示例を示す。ただし、実際に使用した図面は公開できないため、イメージ図としている。図面上では登録されているユーザー・高所作業車・フォークリフトの現在地がアイコンで表示されている。一覧では各々がリスト表示され、氏名(号車番



図一 6 位置把握システムの画面例(作業所 1F)

号)・所属会社・所在フロア・直近で移動した時刻、が表示されており、図面上で選択対象を検索することができる。3時間以上、位置の更新がないものについては赤く警告表示した。

アプリケーションの表示は、起動している間は常時サーバーに接続し、最新の情報に更新した。各携帯端末からサーバーへの位置情報の送信は、アプリケーションが起動している場合は1回/秒とし、未起動時は1回/3分とした。未起動時は、通常は自動でのデータ送信は不可能であるが、アプリケーション起動用BLE 端末からのコマンド送信によって自動制御を可能とした。なお、起動時の更新を1回/秒とした理由は、無線発信機の電波発信間隔が1回/秒のためである。未起動時に1回/3分とした理由は、携帯端末のバッテリー消費を考慮したためであり、終日の業務利用に影響しない範囲での最短データ送信間隔が3分であった。

(4) サーバー側の設定

サーバーには、各携帯端末から①日時②無線発信機ID ③ユーザーID (号車番号) ④XY座標⑤フロア番号が送信される。これらをデータベースとして整理し、各ユーザー・建設機械の最新のフロア・位置座標・3時間以上滞留の有無を算出した。データの履歴はデータの軽量化を考慮し、SQL形式で保存し、管理者がいつでも抽出することができる仕組みとした。

5. 適用結果

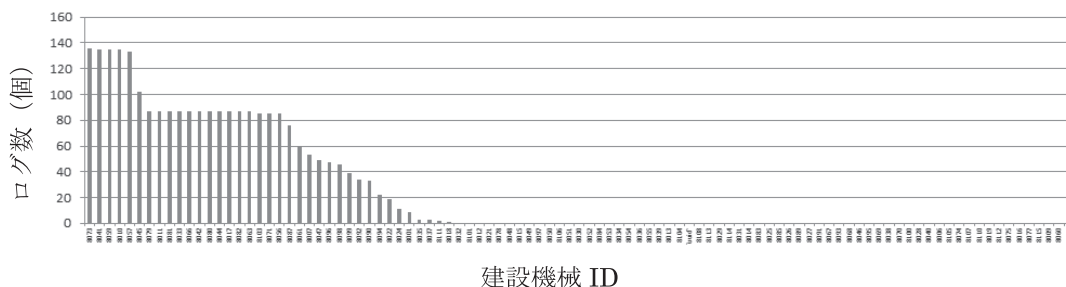
(1) データの取得結果

取得したデータの例として、建設機械1週間分のログの一部を図-7に示す。1週間のデータを抽出した理由は、本プロジェクトにおいてスポットの建設機械を貸与する場合、同一ユーザーが連続して1週間使用する場合が多かったからである。設定期間は鉄骨建方と設備工事が混在する7月28日～8月4日とし、対象となる建設機械は99台であった。対象期間では、1週間で42,870個の位置データが記録されており、その内2,495個が3時間以上移動のないデータ(以下、滞留データという)であった。図-8に建設機械ごとの滞留データ数を示す。滞留データが1以上であったものが37台、0であったものが62台であった。ただし、業務時間外となる0時～8時、17時～24時のデータは除外している。このように、ログデータを分析することにより、建設機械の稼働状況を定量的に評価できる可能性がある。

また、取得したデータの位置精度は、水平方向では無線発信機の設置密度に依存するため、18m間隔で設置した本プロジェクトでは±9m誤差となった。垂直方向、つまりフロア把握では、BLE電波に透水性がないこと、および端末のmajorIDにフロア番号を登録していたことから、ほぼ誤認識はなかった。ただし、外壁のない建物外周部のみ、上下フロアの無線発信機の電波を受信する可能性があることから、誤認識する場合があった。

No.	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	資機材iBeacon	uuid	位置特定用iBeacon	X座標	Y座標	位置ID	赤マーク	電波受信時刻	サーバ側の時刻
2	8041 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	17.41	5.78	N	N	2015/7/28 0:02	2015/7/27 15:03
3	8073 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	24.31	5.78	N	N	2015/7/28 0:01	2015/7/27 15:03
4	8041 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	24.31	5.78	N	N	2015/7/28 0:05	2015/7/27 15:06
5	8073 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	24.31	5.78	N	N	2015/7/28 0:04	2015/7/27 15:06
6	8041 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	24.31	5.78	N	N	2015/7/28 0:08	2015/7/27 15:09
7	8073 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9901	1.3	10.1	N	N	2015/7/28 0:08	2015/7/27 15:09
8	8041 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9901	1.3	10.1	N	N	2015/7/28 0:12	2015/7/27 15:12
9	8073 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	17.41	5.78	N	N	2015/7/28 0:11	2015/7/27 15:12
10	8041 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	17.41	5.78	N	N	2015/7/28 0:14	2015/7/27 15:15
11	8073 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	17.41	5.78	N	N	2015/7/28 0:14	2015/7/27 15:15
12	8041 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	24.31	5.78	N	N	2015/7/28 0:17	2015/7/27 15:18
13	8073 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	17.41	5.78	N	N	2015/7/28 0:18	2015/7/27 15:18
14	8041 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	17.41	5.78	N	N	2015/7/28 0:21	2015/7/27 15:21
15	8073 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	17.41	5.78	N	N	2015/7/28 0:20	2015/7/27 15:21
16	8041 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	24.31	5.78	N	N	2015/7/28 0:23	2015/7/27 15:24
17	8073 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	17.41	5.78	N	N	2015/7/28 0:21	2015/7/27 15:24
18	8041 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	24.31	5.78	N	N	2015/7/28 0:28	2015/7/27 15:27
19	8073 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	17.41	5.78	N	N	2015/7/28 0:28	2015/7/27 15:27
20	8041 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	24.31	5.78	N	N	2015/7/28 0:29	2015/7/27 15:30
21	8073 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	17.41	5.78	N	N	2015/7/28 0:29	2015/7/27 15:30
22	8041 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	17.41	5.78	N	N	2015/7/28 0:33	2015/7/27 15:33
23	8073 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9901	1.3	10.1	N	N	2015/7/28 0:31	2015/7/27 15:33
24	8041 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	24.31	5.78	N	N	2015/7/28 0:35	2015/7/27 15:36
25	8073 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9901	1.3	10.1	N	N	2015/7/28 0:35	2015/7/27 15:36
26	8041 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	17.41	5.78	N	N	2015/7/28 0:38	2015/7/27 15:39
27	8073 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	24.31	5.78	N	N	2015/7/28 0:38	2015/7/27 15:39
28	8041 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	17.41	5.78	N	N	2015/7/28 0:41	2015/7/27 15:42
29	8073 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	17.41	5.78	N	N	2015/7/28 0:41	2015/7/27 15:42
30	8041 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	24.31	5.78	N	N	2015/7/28 0:45	2015/7/27 15:45
31	8073 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9901	1.3	10.1	N	N	2015/7/28 0:44	2015/7/27 15:45
32	8041 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	17.41	5.78	N	N	2015/7/28 0:48	2015/7/27 15:48
33	8073 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9901	1.3	10.1	N	N	2015/7/28 0:48	2015/7/27 15:48
34	8041 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	17.41	5.78	N	N	2015/7/28 0:50	2015/7/27 15:51
35	8073 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9901	1.3	10.1	N	N	2015/7/28 0:50	2015/7/27 15:51
36	8041 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	24.31	5.78	N	N	2015/7/28 0:53	2015/7/27 15:54
37	8073 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	17.41	5.78	N	N	2015/7/28 0:53	2015/7/27 15:54
38	8041 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	17.41	5.78	N	N	2015/7/28 0:57	2015/7/27 15:57
39	8073 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	17.41	5.78	N	N	2015/7/28 0:56	2015/7/27 15:57
40	8041 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	17.41	5.78	N	N	2015/7/28 1:00	2015/7/27 16:00
41	8073 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	24.31	5.78	N	N	2015/7/28 0:59	2015/7/27 16:00
42	8041 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	24.31	5.78	N	N	2015/7/28 1:02	2015/7/27 16:03
43	8073 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	24.31	5.78	N	N	2015/7/28 1:01	2015/7/27 16:03
44	8041 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	24.31	5.78	N	N	2015/7/28 1:05	2015/7/27 16:06
45	8073 00000000-85CC-1001-B000-001C4D11CBF0		9902	24.31	5.78	N	N	2015/7/28 1:01	2015/7/27 16:06

図-7 取得したデータの例(高所作業車およびフォークリフト)



図一 8 建設機械ごとの3時間滞留ログ数

(2) 効果

先述の通り、従来、担当の現場員が毎日、建設機械の位置を目視で探索している。これは慣れた現場員でも1日30分～1時間要する作業である。一方、本プロジェクトでは、全ての現場員が作業の進捗確認のために行う巡回行為を通じて、建設機械の位置情報を自動で更新しており、特定の現場員による探索作業を削減することができた。削減効果は、システムが順調に稼働した期間を6か月とし、1日の削減時間を30分とすると、計72時間と試算することができる。

また、定量的効果以外にも、現場員の位置がリアルタイムに表示されていることにより、作業員も含めて、近くを巡回・作業する人員同士のコミュニケーションが容易となり、密な情報共有を図ることができた。また、作業員が誤って異なる高所作業車を使用した場合にも、本システムを使用して使用位置を特定し、迅速な作業是正が可能になった。

(3) 課題

本システムでは建設機械の滞留データから稼働状況の把握を試行したが、正確な稼働率は算出することができなかった。その理由は二つ挙げられる。

一つ目は、稼働判定が困難であったためである。今回は3時間以上移動のないデータを抽出したが、例えば高所作業車の場合、同じ位置に留まっても、作業台の上では作業員が作業している可能性がある。さらに、今回の位置精度は±9mであったため、作業中の移動が1スパン以内であった場合、その変化を把握することができなかった。これらを解決するためには位置把握以外の判定ロジックが必要であり、次のプロジェクトに向けて研究中である。

二つ目は、情報の更新頻度の粗さである。本プロジェクトでは、携帯端末のコストとセキュリティを考慮し、建設機械にも無線発信機を設置したことから、建設機械の情報更新は現場員の巡回間隔に依存した。現場員の巡回は1日の中で、朝礼後・11時半会前・終業前の3回に集中する傾向があり、密な情報更新がで

きなかった。これを解決するためには、受信の役割を担うユーザーを増やす必要がある。例えば、作業員が持つ携帯端末にもアプリケーションを配布すれば、より密な情報更新が可能となる。それを実現するため課題として、セキュリティの問題がある。アプリケーション内では、氏名や会社名といった個人情報や、図面等の機密情報が含まれる。さらに、ウイルス等による情報漏洩の恐れがあるため、本システムに限らず、私有携帯端末を業務で使用することは基本的に許されていない。このため、一部のプロジェクトでは、施工管理者から職長へ携帯端末を貸与する取組が進みつつある。この場合であれば、本システムも導入可能であり、情報の更新頻度も密になると考えられる。

6. おわりに

本報では、無線発信機を使った位置把握システムを開発し、作業所に適用した。作業所では現場員・高所作業車・フォークリフトの位置把握を屋内9mの精度で実現した。運用面では、現場員に配備されている携帯端末を受信機として活用するとともに、アプリケーション側で位置情報を自動で共有する仕組みを構築することで、導入や運用を容易にした。課題として、作業員の行動履歴や資機材の稼働率といった生産情報の算出、および情報の更新頻度の向上が挙がっており、今後の研究開発を通じて解決していきたい。

JICMA

《参考文献》

- 1) 柴谷俊介, Q & A コーナー Beacon とは?, 空気調和・衛生工学, 第89巻, 第7号, pp.59, 2015.1

【筆者紹介】

柴谷 俊介 (そめや しゅんすけ)  
 (株)竹中工務店 BIM推進チーム  
 主任

