



建設機械の稼働監視による建設 DX への取り組み

齊藤光彦・植松岳志

近年、5G 等の高速・大容量ネットワーク技術が発展・普及している一方で、長距離通信・低消費電力が特長の LPWA 通信のうち、特に Sigfox 通信を利用したシステムが注目されている。

これに伴い、建設・土木業界では、遠隔地で稼働する建設機械の情報をリモートで一元管理する取り組みが盛んに行われている。

本項では、筆者らが取り組む、Sigfox 通信を利用したソリューションの特徴、実績、今後の展開を通して、建設・土木業界における建設機械の稼働監視による建設 DX の現状を報告する。

キーワード：IoT, DX, Sigfox, 自動収集, リモート監視, 一元管理, 稼働時間, CO₂ 排出量

1. はじめに

建設業では作業員の高齢化、長時間労働、熟練労働者の不足、他産業に比べて現場の生産性や労働安全性が低いことなどが大きな課題となっている。さらに、2024 年から施行される「働き方改革関連法」に対応するため、一層の生産性向上が課題となっている^{1), 2)}。

こうした背景を踏まえ、DX の促進が期待されている。

筆者らは、建設機械の稼働情報をリモート監視・一元管理する「機械の稼働状況見える化サービス」（以下、本サービス）の開発・普及に取り組んでいる。

以降では、本サービスの特徴と活用方法、活用実績、および今後の展開を示す。

2. 本サービスの特徴と活用実績

(1) ソリューションの特徴と活用方法

(a) 特徴

ー構成

本サービスは「センサデバイス」「Sigfox 回線」「Web アプリケーション」「閲覧端末」から構成される。構成図を図 1 に示す。

建設現場で稼働している建設機械にセンサデバイスを設置すると、センシングしたデータは Sigfox 回線を通じてクラウドサーバに送信される。Web アプリケーションはクラウドサーバ上で稼働しており、受け取ったセンサデータを変換・加工して、位置情報、稼働情報、CO₂

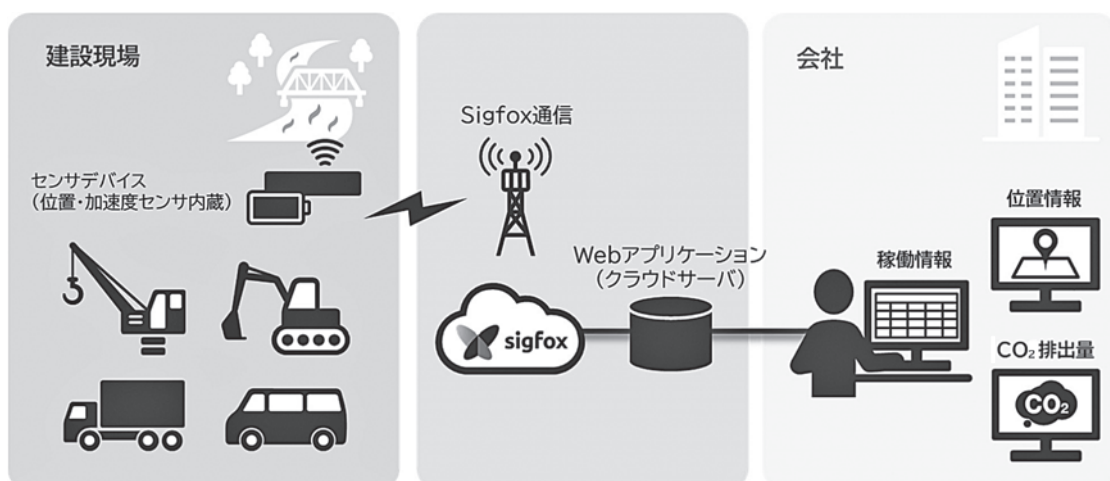


図 1 本サービスの構成図

排出量などを自動計算する。閲覧端末から Web アプリケーションにアクセスすることで、これらの情報を閲覧できる。

① センサデバイス

センサデバイスには加速度センサを内蔵し、GPS で位置情報が取得できるデバイスを採用している。筐体の防塵・防滴保護等級は IP68 であり、完全な防塵構造でかつ水面下での使用が可能なレベルのため、屋外で使用し、多くの粉塵に晒される建設機械でのセンシングに適している。

センサデバイスの外観を写真—1 に示す。

サイズは 170 mm×20 mm×27 mm で、ネジ止めやバンド止めの穴が用意され、取り付けや取り外しが簡単のため、後付けに適している。バッテリーが内蔵され、特別な電源供給は必要としない。バッテリー交換は防塵・防水保護等級を維持するため構造が複雑で取り外しに多少のコツが必要だが、単三型のバッテリーが採用されておりユーザでも交換は可能である。通信方式は後述の Sigfox 回線が採用されており、低消費電力でかつ長距離通信の実現を可能にしている。



写真—1 センサデバイス

② Sigfox 回線

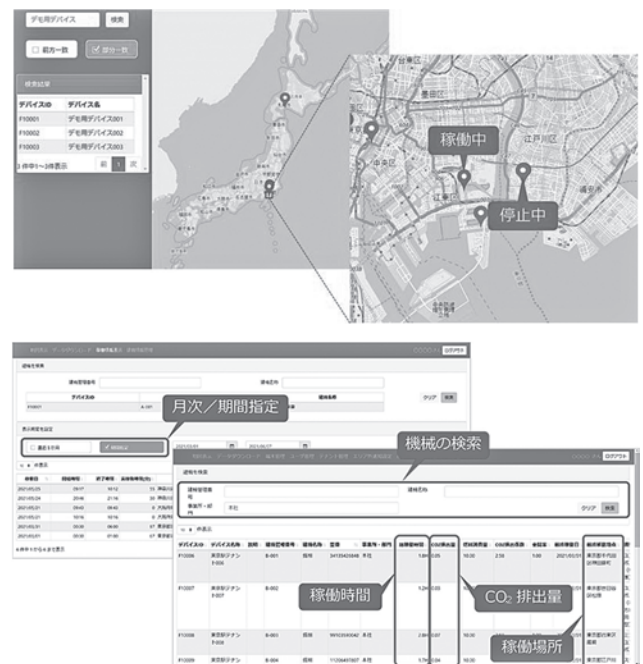
Sigfox 回線は LPWA (Low Power Wide Area) の通信規格の一種で、低消費電力、低コストを特長としている。個別の受信装置を設置することなく通信できるため、クイックスタートが可能である。グローバルにも対応し、ヨーロッパを中心に IoT の分野で多くのデバイスが稼働中である。

日本でも基地局が整備され、2017 年からサービスが開始されており、人口カバー率も 95% + α に達している³⁾。5G 等の高速・大容量ネットワークと比較して通信速度・ビットレートは低いですが、長距離通信・低消費電力が特長である。5G と対極して 0G と例えられることもあり、IoT システムには

最適な通信方式で、前記センサデバイスにも採用されている。

③ Web アプリケーション

Web アプリケーションはクラウドサーバ上で稼働しており、センサデバイスでセンシングしたデータは Sigfox 回線を通じて Web アプリケーションに送信され、クラウド上で蓄積・管理される。Web アプリケーションでは受け取ったセンサデータを変換・加工するとともに、このシステムに接続している閲覧者全員に対して位置情報、稼働情報、CO₂ 排出量などのデータを表示する。事前に設定しておくことで現場毎や日次・月次で集計することも可能である。クラウド上で動作しているため、いつでも、どこからでも複数の閲覧者が同時に接続することができ、現場にいることなく全てのデータをリモートで一元管理することが可能である (図—2)。



図—2 本サービスの見える化画面

④ 閲覧端末

閲覧端末として、PC、タブレット、スマートフォンが利用でき、データの閲覧は Web ブラウザで行う。Web ブラウザに所定の URL を入力し、本サービスにログインすることで、各種データの閲覧、ファイルダウンロードなどができる。

ー機能

本サービスでは、効率良くリモート監視、一元管理を実施するため、次の機能を実装している。

①位置測定・地図表示

建設機械に取り付けたセンサデバイスは、内蔵の GPS デバイスが位置情報を取得すると Web アプリケーションに送信する。Web アプリケーションで位置情報を地図上にマッピングすることで、建設機械がどこにあるかを視覚的に確認することが可能となる。地図は拡大・縮小が可能で、管理対象の建設機械全ての位置や、特定の建設機械の詳細位置や移動履歴が確認できる。

地図上のアイコン色は稼働中と停止中とで分けているため、建設現場内での現在の建設機械の稼働状況も確認できる。位置情報は緯度・経度のデータで取得され、Web アプリケーションで逆ジオコーディングして日本語の住所に変換するため、表示上も見やすくなっている。

②稼働時間計測・一覧表示

建設機械に取り付けたセンサデバイスは、内蔵の加速度センサで稼働開始・停止を検知すると Web アプリケーションにデータ送信する。

Web アプリケーションではこのデータを受信して稼働時間を分単位で自動計算するため、管理者や作業者が手間をかけることなく、自動で正確なデジタルデータがクラウド上に蓄積されていく。蓄積された稼働時間のデータは稼働開始・終了日時や場所と一緒に一覧表示で確認でき、また期間指定することで日次や月次での確認、建設機械毎の総稼働時間も確認できる。

③ CO₂ 排出量算出・一覧表示

建設機械毎の係数を事前にパラメータ設定しておく、自動計算した稼働時間に建設機械毎の係数を掛けることで CO₂ 排出量を自動計算する。自動計算された CO₂ 排出量は、稼働時間と一緒に表示画面で確認できる。稼働時間から自動計算するため、CO₂ 排出量を計測するための追加デバイスは必要ない。

④ CSV 形式でデータをダウンロード

位置情報や自動計算された稼働時間、CO₂ 排出量などのデータは CSV 形式でダウン

ロードできる。事前に建設機械や部署、建設現場の情報等を設定しておけばダウンロードしたデータにも反映されるため、日次や月次、建設機械毎、建設現場毎などの集計ができ、また報告書の作成などへ二次利用することもできる。

ー特徴

建設機械に取り付けたセンサデバイスは、内蔵の加速度センサで建設機械の加速度を検知することで、稼働開始、稼働停止を判定し、このイベントが発生すると Web アプリケーションにデータを送信する。

定期通信設定では、建設機械が稼働しない時間帯や週末、長期休暇においても、定期的に通信が発生するためバッテリーを消費してしまう。しかし、稼働開始、稼働停止を検知したときのみイベント通信をする設定とすることで、バッテリー消費を大幅に抑えられる。この設定により、3～5年程度はバッテリー交換なしで稼働できると見込んでいる。また、センサデバイスのパラメータを調整することで、建設機械が発生する加速度に合わせた測定条件でセンシングすることができる。

本サービスでは位置情報、稼働時間、CO₂ 排出量のデータを提供するが、1つのセンサデバイスのみで実現しているため、導入時の初期費用を抑えてサービス導入のハードルを下げている。

(b) 活用方法

ー損料徴収エビデンス

自社保有の建設機械を管理している部門では、工事を主管する全国の支店に建設機械を貸し出し、その損料を徴収して管理業務を運営している。損料の算出は各支店からの報告結果に基づいているため、稼働状況をタイムリーで正確に反映することが課題となっている。

本サービスの稼働時間を自動計測する機能を利用することで、建設機械の稼働時間に基づいた損料をタイムリーで正確に算出できる。また実測値がエビデンスとなるため損料を確定するための調整工数や、それに伴う稼働報告書の作成工数も削減できる。これらのデータを一元管理することで、遊休機械を適正に配置して稼働率向上に役立てることも期待される。

ー CO₂ 排出量可視化

建設業界では、施工時の CO₂ 排出量を 2030～2040 年度のできるだけ早い段階で、2013 年度

比40%削減することを目標に掲げて脱炭素化、カーボンニュートラルに取り組んでいる⁴⁾。CO₂排出量を削減するためには、まずどのくらいのCO₂排出量かを見える化する必要があるが、全体の燃料消費量から大まかに算出していることが多く、効率的な削減に向けて現場単位や建設機械単位で計測できる手段が望まれている。

本サービスのCO₂排出量を自動算出する機能を利用することで、現場単位や建設機械単位でのCO₂排出量を集計して見える化できるため、削減対象とする建設機械を優先順位付けするなど、CO₂排出量削減に向けた効率的な計画策定に役立てることができる。

－メンテナンス高度化

建設現場での工事期間は長期に渡ることが多く、建設機械や業務用発電機のメンテナンスが課題となっている。部品交換などは決められたサイクルでの交換が義務付けられているが、想定外の利用頻度でメンテナンス時間を超過して故障に至り、その修理代が高額になるケースもある。

本サービスの稼働時間を自動計測する機能を利用することで、リモート環境でも総稼働時間を把握することができるため、高い利用頻度で総稼働時間が増加した場合でも、故障に至る前のメンテナンス実施や保守点検の計画に役立てることができる。

(2) 活用実績

(a) 導入実績

自社で建設機械を保有する建設業数社において、本サービスを導入いただいている⁵⁾。稼働時間に応じて必要な整備を実施するためのデータ取得や、機械稼働に伴う損料の正確な徴収、有休機械の適正配置による稼働率向上などが導入の目的である。また、大規模災害時に必要エリアに対する迅速な対応への貢献が期待されている。

(b) 注意点

本サービスを活用する上での注意点を述べる。

Sigfoxは無線通信のため、デバイスを設置する際に金属に囲まれた環境に設置しないよう留意が必要である。使用したい場所がSigfoxのサービスエリア内であることも、事前に確認しておく必要がある。

センサデバイスに内蔵のGPS(Global Positioning System)は、原理上、屋内での位置測位は難しいため、使用環境にも注意が必要である。

3. 今後の展開

(1) 工事現場での建設機械配置の最適化

土工事や杭工事の施工管理において、特に施工箇所が広範囲にわたる場合は、建設機械の台数も多くなり、施工を効率的に進める上で、建設機械の稼働状況を適時に把握する必要がある。

こういった建設機械の稼働状況をリアルタイムに把握する作業は非常に手間と時間かかるが、本サービスを活用することでその負担を大幅に軽減できる期待がある。

(2) 建設業のペーパーレス化推進

損料算出のための建設機械の稼働報告書は、紙ベースで作成されるのが一般的だが、書類の作成、押印の手間の他、手作業に起因する誤記のリスクがある。また、紙代や書類の保管によるコストが掛かってしまう。このことから、紙ベースで作成されている帳票類の電子化を行うことで、業務のペーパーレス化に寄与できると考える。

本サービスと電子帳票作成アプリケーションを組み合わせることで、稼働報告書の電子帳票化が実現できる。電子帳票化により、社内関係部署間でデータを共有し、承認等をシステム上で実施できる。

(3) 建設用資材の荷待ち対策

建設現場では、資材搬入用のトラック待ちで時間調整に苦勞しているという話をよく聞く。予定時刻に到着せず、急に到着しても作業調整が難しいという問題がある。また、受け取る側に発生する待ち時間は、残業時間が増える原因にもなってしまう。

ジオフェンス機能(地図上に仮想的な境界線に囲まれたエリアを設定し、GPS情報を利用して当該エリア入出を検知する機能)を活用することで、上記課題の解決につながるの期待がある。

4. おわりに

今回機会をいただいて、Sigfoxを活用した建設機械の稼働情報をリモート監視・一元管理できる「機械の稼働状況見える化サービス」について、筆者らの取り組みを紹介した。Sigfoxは通信インフラとして十分商用利用が可能な段階となっており、建設機械に関する建設業の業務を大きく変革する可能性があると感じている。

鍵になるのは、業務アプリケーションとの連携であ

る。建設機械から取得した稼働時間情報、位置情報などを業務アプリケーションで活用することで、建設業の方々の業務そのものの効率化ができると考えている。

通信技術の進化に伴い、その実現性が高まっているので、業務アプリケーションと連携させる取り組みは今後加速していくとみている。デバイスメーカー・通信キャリア・ソフトウェア会社のパートナーと連携して、建設業の業務に役立つソリューションの開発と展開を図っていく所存である。

JCMA

《参考文献》

- 1) 国土交通省 建設業における働き方改革
<https://www.mlit.go.jp/common/001189945.pdf>
- 2) 国土交通省 土地・建設産業局 建設業課
交通政策審議会海事分科会第11回基本政策部会
建設業界の現状とこれまでの取組
<https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001314888.pdf>

- 3) 京セラコミュニケーションシステム(株) Sigfox サービスエリア
<https://www.kccs.co.jp/sigfox/area/>
- 4) 日本建設業連合会 日建連における「脱炭素化」の取り組みについて
<https://www.mlit.go.jp/policy/shingikai/content/001400959.pdf>
- 5) 建設通信新聞 建機の稼働可視化
<https://www.kajimaroad.co.jp/wp-content/uploads/2020/12/dfce5f024f14fe59a90133ad6f37f40b.pdf>

【筆者紹介】



齊藤 光彦 (さいとう みつひこ)
NEC ソリューションイノベータ(株)
デジタル基盤事業部
プロフェッショナル



植松 岳志 (うえまつ たけし)
NEC ソリューションイノベータ(株)
営業統括本部 兼 デジタル基盤事業部
プロフェッショナル

