

IoTプラットフォーム“INFOPRISM” を適用したクラウド監視制御システム

坪井真也*
Shinya Tsuboi
大崎敦志*
Atsushi Osaki
坂本純一*
Junichi Sakamoto

中川敦之*
Nobuyuki Nakagawa
島津朋也†
Tomoya Shimazu

Cloud-based Supervisory Control System with IoT Platform
"INFOPRISM"

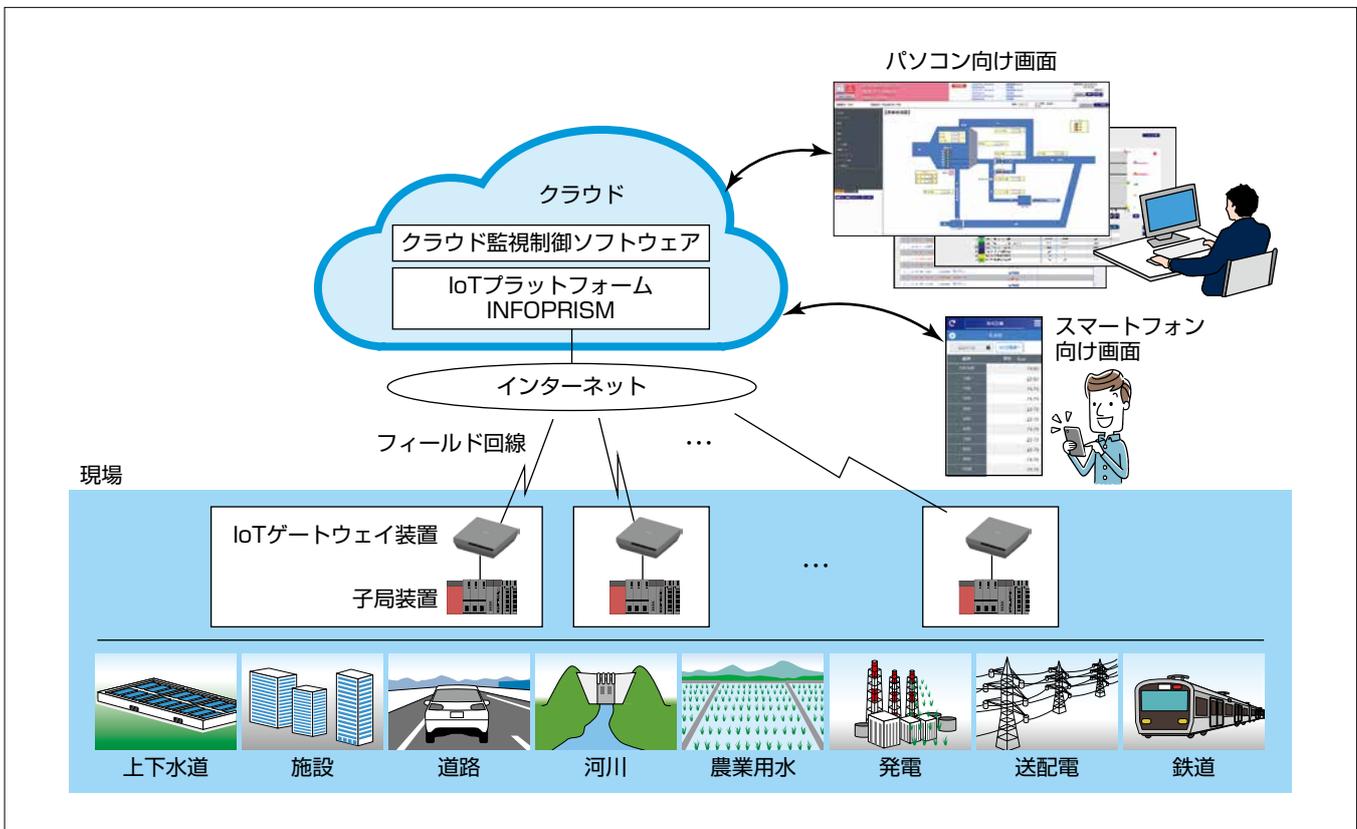
要旨

三菱電機は、安心・安全かつレジリエントな社会の実現に向けて、監視制御システムを開発し、幅広い社会インフラ向けに納入している。近年は、職員の減少や増加する災害、老朽化施設への対応等によって、業務負荷や維持管理費用の増加が懸念されている。監視制御システムでも、業務効率化につながる機能の充実や、システム自体の維持管理業務負荷の軽減、ライフサイクルコスト(LCC)の低減等が望まれており、これらを解決する有効な手段としてクラウド監視制御システムが注目されている。

クラウド監視制御システムを社会インフラに適用する際には、高いセキュリティ性や災害時の可用性が要求される。これらの要求に対して、三菱電機はシステムへの不正侵入や情報漏洩(ろうえい)を防止する暗号化通信機能や、災害

発生時の可用性を確保するクラウドの複数拠点切替え機能を持つ、独自のIoT(Internet of Things)プラットフォーム“INFOPRISM(インフォプリズム)”を適用したクラウド監視制御システムを開発した。

今後は、INFOPRISMのデータ分析機能やデータ連携機能を活用し、設備の運転データや計測データに基づく異常兆候の早期把握や、設備管理データと気象データ等との連携による俯瞰(ふかん)的な状況把握、蓄積データをベースとする各種予測に基づく操作判断支援等の機能をクラウド監視制御システム上で実現する。これによって、社会インフラの維持管理業務負荷軽減やLCC低減等、社会課題解決に貢献していく。



クラウド監視制御システム

三菱電機独自のIoTプラットフォームである“INFOPRISM”を適用したクラウド監視制御システムを開発した。このシステムは、IoTゲートウェイ装置とクラウドサーバ間の暗号化通信や、クラウドサーバの拠点切替え機能によって、高いセキュリティとディザスタリカバリー(災害復旧)を確保している。また、INFOPRISM上に構築したクラウド監視制御ソフトウェアによって、各ユーザーのニーズに最適な監視制御機能の提供を実現している。

1. ま え が き

近年、社会インフラ管理業務で、職員の減少や、増加する災害発生時の緊急対応、老朽化施設の修繕や点検などの保守対応等によって、業務負荷や維持管理費用の増加が懸念されている。監視制御システムでも、業務効率化につながる機能の充実や、システムの維持管理にかかる業務負荷やLCCの低減が望まれている。

このような要求に対応するため、三菱電機はデータ分析やデータ連携が可能な独自のIoTプラットフォーム“INFOPRISM”を適用した、クラウド監視制御システムを開発した。

本稿では、クラウド監視制御システムの特長を述べて、さらに適用事例として、“クラウド農業用水管理システム”について述べる。

2. INFOPRISMとクラウド監視制御システム

2.1 INFOPRISMによる監視制御システムのクラウド化

監視制御システムに求められる高機能化、LCC低減の解決策として、施設ごとにハードウェアを持たず、パソコンやスマートフォンからクラウド上で動作するアプリケーションを利用する、監視制御システムのクラウド化が挙げられる。クラウド上で監視制御システムを構築するためには、現場機器からインターネット等の回線を利用して、クラウドサーバにデータを収集する必要がある。一方、社会インフラの監視制御システムでは、システムへの不正侵入や悪意ある操作の防止、情報漏洩防止等のセキュリティ確保が重要である。これらの要件を満たすため、三菱電機はINFOPRISMを適用したクラウド監視制御システムを開発した。

INFOPRISMは、データ分析機能などの高機能なソリューションをタイムリーに提供するため、IoTソリューションのうち共通的な機能をまとめた社会インフラ向けのIoTプラットフォームである⁽¹⁾。また、耐環境性に優れており、現場機器からのデータ収集を容易にする各種産業用通信規格に対応したIoTゲートウェイ装置とINFOPRISMとの暗号化通信機能によって、高度なセキュリティを確保している。

2.2 INFOPRISM適用のメリット

INFOPRISMをクラウド監視制御システムに適用した場合のメリットを次に示す。

(1) ディザスタリカバリー(災害復旧)

INFOPRISMは、あらかじめ設定された複数拠点のクラウドサーバ間でデータを等値化している。災害発生などによって運用中のクラウドサーバが停止すると、他拠点のクラウドサーバに切り替わって、監視制御を継続するディザスタリカバリー機能を持っている。なお、拠点切替えはクラウドサーバが自動的に行うため、現場の機器や監視端末は接続先の切替えが不要である。

(2) 監視対象設備のシステム拡張性

INFOPRISMは、クラウド上でシステム固有のハードウェアを持たないため、監視対象設備の追加など、システムの変更に応じてストレージや処理部品などのリソースを容易に拡張することが可能である。

(3) システム連携による機能拡張

INFOPRISMは、AIによるデータ分析などの拡張機能を持つ。現場から収集した運転操作データなどの分析によって、プラント運転など維持管理の効率化につなげることが可能である。さらに、各システム間のデータ連携によって、複数の監視制御システムを統合した統合監視制御システムの構築や、新たなソリューションの提供が可能である。

2.3 クラウド監視制御システムのアーキテクチャ

INFOPRISMを適用したクラウド監視システムのアーキテクチャ例を図1に示す。

(1) 伝送装置とフィールド回線

現場の各種センサや被制御機器のデータ収集を行う子局装置とフィールド回線を接続する伝送装置であるIoTゲートウェイ装置は、耐環境性に優れるほか、TLS(Transport Layer Security)による暗号化通信に対応し、第三者による監視データの盗聴や制御データの改ざんを防止できる。

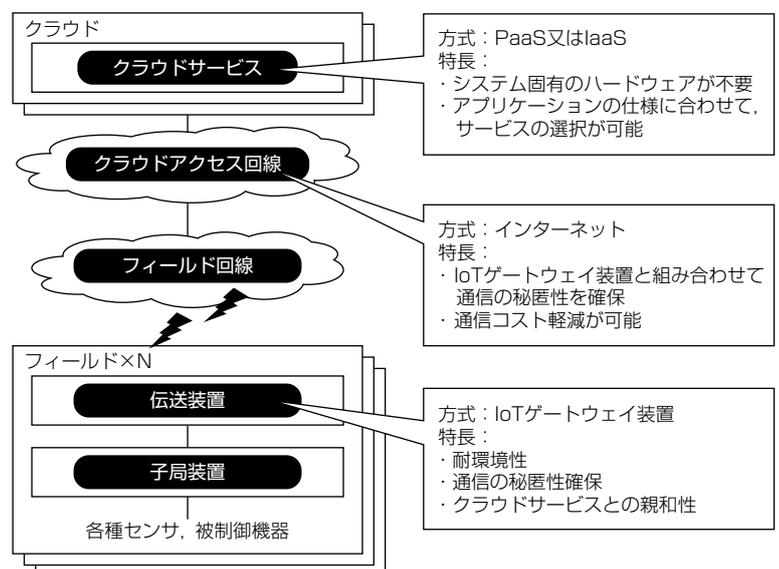


図1. クラウド監視制御システムのアーキテクチャ例

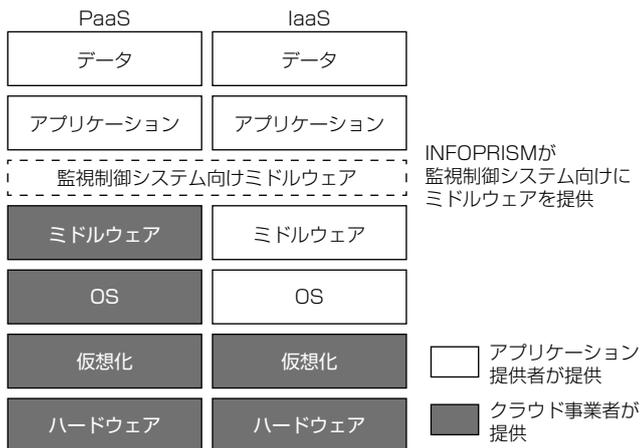


図2. クラウドサービスの内容

なお、フィールド回線は、LTE(Long Term Evolution)などの無線通信や有線回線など、システムの要求仕様に応じて柔軟に選択可能である。

(2) クラウドアクセス回線

クラウドアクセス回線には通信の秘匿性が要求されるが、INFOPRISMでは、IoTゲートウェイとクラウドサーバ間を暗号化通信によって通信の秘匿性を確保しているため、インターネット網の利用による通信コスト低減が可能である。なお、帯域保証などが必要な場合は閉域網の利用も可能である。

(3) クラウドサービス

クラウドサービスには、サーバやストレージ等のハードウェアをサービスとして提供するIaaS(Infrastructure as a Service)と、IaaSに加えて、オペレーティングシステム(OS)やミドルウェアをサービスとして提供するPaaS(Platform as a Service)がある(図2)。

システム固有のハードウェアが不要という点ではIaaSもPaaSも同等であるが、IaaSはアプリケーション提供者側でOSやミドルウェアを自由にカスタマイズ可能なため、既存システムのソフトウェア資産が容易に活用できる。またPaaSは、クラウド事業者が提供するOSやミドルウェアを利用するため、アプリケーション構築の自由度は下がるが、構築費用の削減や提供までの期間短縮につながる。

INFOPRISMは、監視制御システム向けミドルウェアの提供によって、アプリケーションの仕様に合わせた最適なクラウドサービスの選択が可能である。

3. 適用例“クラウド農業用水管理システム”

3.1 クラウド化の背景

三菱電機は、農業用水を広範囲の受益地へ適正に配分するために整備される農業用水管理システムを多数納入している。管理業務は各地域の土地改良区や地元自治体が行っており、限られた職員が通常業務と管理業務を兼務して対応しているが、職員数の減少によって、管理業務の負荷軽減や、システム自体の点検や修繕にかかる業務負荷軽減等が課題になっている。そこで三菱電機は、INFOPRISMを適用したクラウド農業用水管理システムを開発した。

3.2 システムの概要

クラウド農業用水管理システムは、農業用水を複数の水路に配分する分水工や、ポンプで送水する揚水機場などの各現場に設置される子局設備と、INFOPRISM上に農業用水管理ソフトウェアを搭載したクラウドサーバ、管轄区域全体の水位・流量の監視や、ゲートやポンプ等の制御を行う管理用パソコンやスマートフォンなどの携帯端末で構成される。従来システムとクラウドシステムとの構成比較を図3に示す。

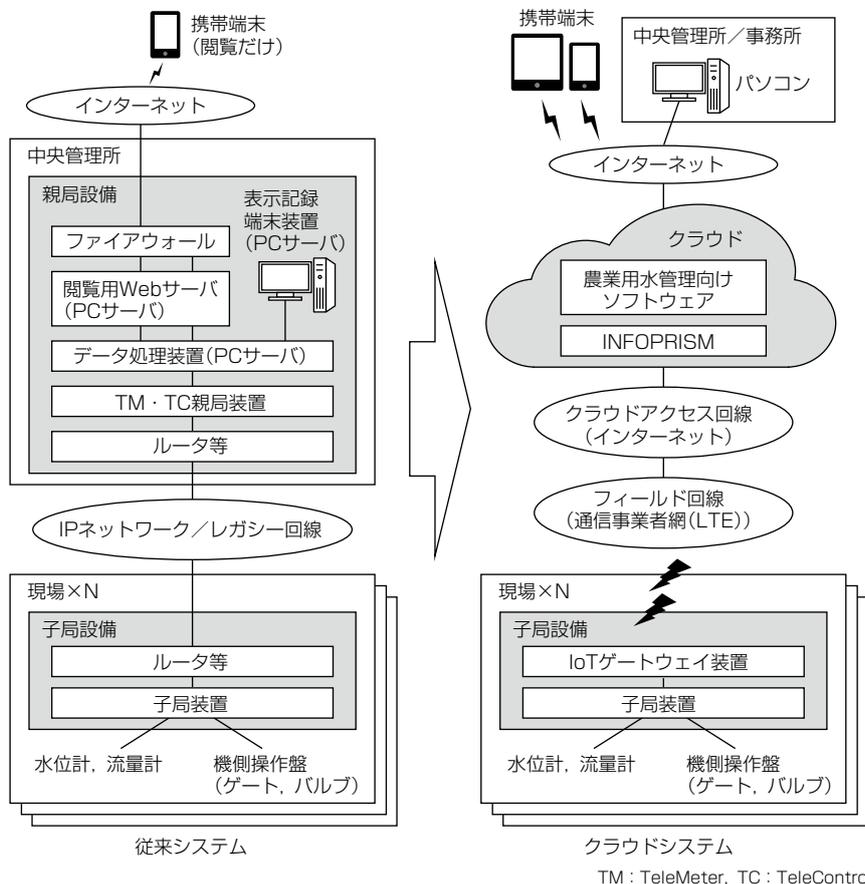


図3. 従来システムとクラウドシステムとの構成比較

3.3 システムの特長

クラウド農業用水管理システムは、親局設備をクラウドシステムで構築することによって、従来システムで課題になっていた、PCサーバや専用装置等の点検や部品交換、機器更新を不要にした。また、INFOPRISMをプラットフォームとする農業用水管理向けソフトウェアによって、セキュリティや災害時の運用継続性を確保しつつ、次の農業用水管理業務に特化した監視制御機能を実現した。

3.3.1 機器制御操作

クラウドシステムでは、ゲート開度など計測データの収集周期が制御操作に及ぼす影響や、インターネット回線の混雑や障害、複数端末からの同時操作による制御動作への影響等を考慮する必要がある。そこで、次の三つの対策を講じることによって、機器制御操作の信頼性を確保している。

(1) 制御操作時の計測データ収集周期短縮

一般的にクラウドシステムでは、通信データ量の削減を目的として、計測データの収集周期を長く(10分など)することが多い。一方で、ゲートなどの制御操作時は、計測データの変化をリアルタイムに確認する必要がある。そこで、通常時と制御操作時でデータ収集周期を自動的に変更することによって、通信データ量削減と、制御操作安定性の両立を実現している。

(2) 通信断に対するフェールセーフ機能

インターネットなどの公衆回線では、回線混雑や障害等によって現場との通信が切断された場合の安全対策が必要である。そこで、一定時間通信断が継続した場合、各現場の制御プロセスに最適なフェールセーフ機能を設けて、異常動作の防止を図っている。

(3) 複数端末からの制御操作に対する排他制御機能

クラウドシステムは、特定の端末から制御操作を行う従来システムと異なり、インターネット上の端末から同時に制御操作が行われる場合がある。そこで、排他制御機能によって同一機器への同時制御操作を防止している。

3.3.2 監視画面

クラウドシステムでは、事務所にあるパソコンや、現場や移動中に用いるスマートフォンなどの携帯端末からも利用することを想定し、汎用的なWebブラウザに対応している。

パソコン画面(図4)では、従来の農業用水管理システムと同様に

状況図による現況監視・制御、履歴、帳票、トレンドグラフ等を提供する。なお、クラウドからWebブラウザへ状態変化を通知するため、手動での表示更新操作は不要であり、表示更新周期を待つ必要もない。さらに、警報発生時にはフリッカ表示と画面上部の注視しやすいエリアに配置した警報リストが自動で更新される。これによって、従来システムの専用アプリケーションと同様に、迅速な状況把握と制御操作を可能にしている。

スマートフォン画面(図5)では、現場での作業中や移動中に状況確認や制御操作ができるよう、計測一覧、状態一覧、制御、履歴、トレンドグラフ等の一覧画面を用意した。スマートフォンは、パソコンと比べて画面サイズが小さく、屋外や移動中等、利用条件の良くない環境下での監視・操作を考慮し、シンプルかつ操作性の高い画面・メニュー構成にしている。具体的には、使用頻度の高い計測一覧、状態一覧、制御画面をタブ選択だけで切替え可能にして、タブも指で選択しやすい大きさにしている。また計測一覧では、スマートフォン画面を横向きにすることでトレンドグラフの表示を可能にして、スマートフォンで一般的な縦長の画面アスペクト比に対して、ムダのないグラフ表示を可能にしている。

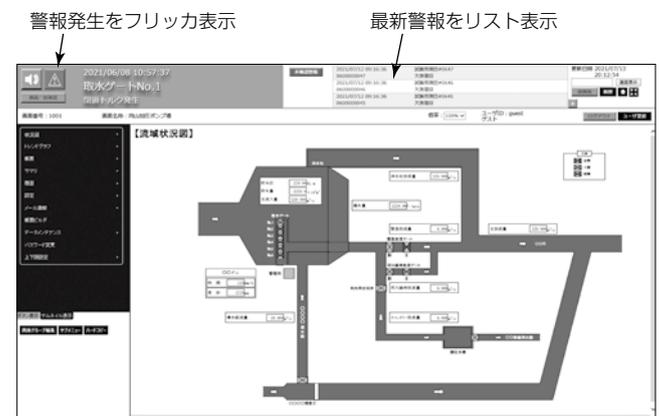


図4. パソコン向け画面例(状況図)

メニューをタブで切替え

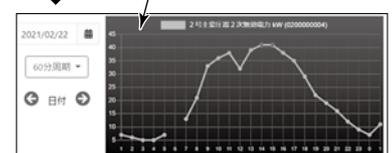


計測一覧



選択局の計測履歴

横画面にするとグラフ表示



計測履歴のグラフ表示

図5. スマートフォン向け画面例

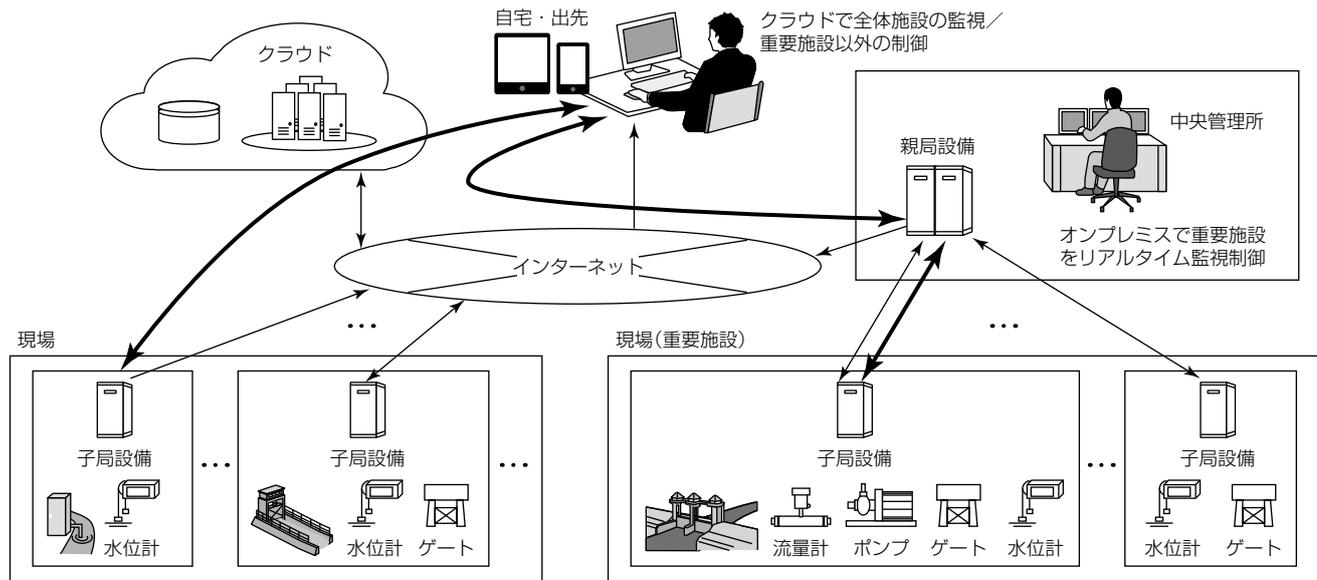


図6. ハイブリッド型クラウドシステム

3.4 ハイブリッド型クラウドシステム

農業用水の施設のうち、河川を堰(せ)き止めて農業用水を取水する頭首工は、河川流水の安全な流下に影響する重要施設である。頭首工のゲート開度によって河川水位が変動するため、ゲート制御は開度や水位・流量を常に確認しながら慎重に行う必要があり、データ通信のリアルタイム性が要求される。

そこで三菱電機では、オンプレミスの監視制御システムと、クラウドシステムとを組み合わせたハイブリッド型クラウドシステムの開発を進めている(図6)。ハイブリッド型クラウドシステムでは、オンプレミスでの頭首工制御と、クラウドでの分水工等施設の監視制御及び頭首工含めた施設全体の監視を可能にする。これによって重要施設の制御の確実性やリアルタイム性を確保しつつ、施設全体の管理業務効率化やLCC低減を実現する。

4. む す び

IoTプラットフォームであるINFOPRISMを適用したクラウド監視制御システムと、適用例としてクラウド農業用水管理システムについて述べた。

今後は、INFOPRISMのデータ分析機能やデータ連携機能を活用し、設備の運転データや計測データに基づく異常兆候の早期把握や、設備管理データと気象データ等との連携による俯瞰的な状況把握、蓄積データをベースとする各種予測に基づく操作判断支援等の機能をクラウド監視制御システム上での実現を進めて、社会インフラの維持管理業務負荷軽減やLCC低減等、社会課題解決に貢献していく。

参 考 文 献

- (1) 廣岡俊彦：社会・電力インフラIoTプラットフォーム“INFO-PRISM”，三菱電機技報，93，No.7，397～400（2019）