

遠隔監視による事業継続性強化への取り組み

Approach to Strengthen Business Continuity Through the Remote Monitoring

村瀬 秀治

要約 社会インフラの維持管理や環境対策における監視業務の重要性が高まるなか、パンデミックの脅威に備えた事業継続性の観点と、今後の労働力不足の解決策として、遠隔監視による運用の効率化および省人化が求められる。監視業務において遠隔技術を導入すれば、広域多地点の継続的な常時監視・観測ができるようになり、時系列の変化を把握することで、分析など収集データの2次利用に活かすことができる。

現場ユーザが遠隔監視技術を導入するためのポイントは、さまざまな現場で柔軟に対応できるパッケージ化されたシステムを利用することである。ユニアデックスは、多くの現場ユーザがITの利便性を体験しながら効率化および省人化が図れる遠隔監視パッケージを提供している。

Abstract With the increasing importance of monitoring work in the maintenance and management of social infrastructure and environmental measures, efficiency and labor saving of operation by remote monitoring are required from the perspective of business continuity in preparation for the threat of a pandemic and as a solution to future labor shortages. The introduction of remote technology in monitoring operations enables continuous watching and observation of Wide-Area and many points, and grasping changes in time series can lead to secondary use of collected data such as analysis.

The point for users in the field to introduce remote monitoring technology is to use a packaged system that can flexibly respond to various sites. UNIADDEX provides a remote monitoring package that allows many field users to experience the convenience of IT while improving efficiency and saving manpower.

1. はじめに

2019年末から始まったコロナ禍において、その感染拡大を防ぐために国家レベルでの人流抑制を余儀なくされた。社会インフラとして稼働している現場では、定期的なメンテナンス点検や継続的な環境観測・監視などの、現地に向いて実施しなければならない作業が存在する。そのために今回のような大規模な人流抑制が突然発生した場合には、事業継続性が脅かされる事態となる。今回の経験を契機に、今後も起こり得るパンデミックへの対応に備えることへのニーズはますます高まっていく^[1]。

遠隔監視技術は、監視業務の効率化および省人化を図ることでこれらのニーズに応えられるだけでなく、人手による巡回作業では難しかった時系列の変化を把握して、分析などの新たなアプローチに導ける。

このようなベネフィットをユーザが享受していくためには、まずユーザ自身で導入効果を思い描くことが望ましいが、センシングデータの通信対応やシステム対応の技術については専門外であるために、手軽に試すことができず、効果を見通すことができないケースがある。ユニアデックス株式会社（以降、ユニアデックス）は汎用コンピュータの時代から周辺機器や通信

制御の開発技術を培ってきており、各種センサや通信の制御を円滑に実現するノウハウを蓄積している^[2]。このノウハウを活かして、現場業務でITの利便性を体験する機会を提供して、ユーザが導入効果を確認していく段階から支援する。

これらの背景を踏まえて、ユニアデックスは多様な監視を行うユーザに対して、素早く導入できる遠隔監視パッケージの提供に取り組んできた。本稿では、そのパッケージの特徴を含めて、現場ユーザと伴走しながら監視業務の改革に取り組んだ事例を説明する。まず2章にて遠隔監視の現状を述べ、3章で遠隔監視パッケージの概要と特徴を説明する。4章で適用事例を紹介し、5章で将来展望を述べる。

2. 遠隔監視の現状

本章では、監視業務をとりまく環境の変化と、遠隔監視技術の役割および重要性について述べる。

2.1 監視業務をとりまく環境の変化

生活の安心・安全を脅かすことになる自然災害や社会インフラの老朽化が深刻化しているなかで安全性への期待が高まっていることから、構造物の予防保全、設備の耐震対策、環境対策などの分野での法規制はますます厳しくなっている。一方で製造現場に目を向けると、ファクトリーオートメーション化によって生産効率の向上が進むなか、点在する設備点検の重要性が今まで以上に高まっている。

このような監視対象の増加、監視エリアの広域化に加え、今後も起こり得るパンデミックへの対応に備えるには、人手による巡回作業だけでは継続した運用が困難になっていく状況にある。将来の労働人口の減少も見据えて、監視業務の効率化および省人化を目的とする運用対策への取り組みは急務と考える。

2.2 監視業務における遠隔監視技術の役割と重要性

監視業務の効率化および省人化に向けて遠隔監視技術を導入することで、広域のデータを収集したり、常時状態を監視・観測したり、トレーサビリティを確保したりすることができる。

人間の触覚や視覚による点検や観測はセンサやカメラに勝る面があり、必ずしも人手による巡回作業の全てを遠隔監視技術の活用置き換えられるわけではない。しかし、一人が一つの現場に張りつき続けることや、人手によって計測した値をデジタル化してデータを蓄積し続けることには限界がある。遠隔監視技術は広域多地点での継続的な監視・観測を実現するだけでなく、時系列の変化を把握することで、分析など収集データの2次利用に活かすことができる。

3. 遠隔監視パッケージ

本章では、ユニアデックスが提供する遠隔監視パッケージの概要と特徴について述べる。

3.1 遠隔監視パッケージの概要

遠隔監視パッケージは、多くの現場ユーザが新しいITの利便性に素早く触れることを狙いとしており、ユニアデックスがセンシングから可視化に至るまでトータルにコーディネーションすることによって、顧客は迅速かつ容易に遠隔監視技術を導入することができる。

導入にあたっては、さまざまな現場に点在する、多様な監視対象の事象を捉えるセンシング技術が重要になる。特定用途の遠隔監視システムではなく、より多くの現場ユーザに受け入れられるように多種多様なセンサが感知した情報を汎用的に収集できる仕組みの提供を目指した(図1)。



図1 遠隔監視パッケージ概要

センサが感知した情報の収集には、2016年頃から普及し始めた「IoT^{*1}」の活用が有効だが、この仕組みができていない現場は多く見受けられる。IoTが身近に浸透するためには、まず現場ユーザが業務で利便性を体験することが大事だが、カスタマイズなどの初期費用やシステム運用費用への投資が障壁となって、試行すらできずに頓挫してしまうケースが多くある。

そこで本パッケージは、多くの現場ユーザが容易に導入することができるように、市販（既成）の製品とサービスを組み合わせることで開発レスで初期投資を抑制したパッケージとして、迅速に試行から始められる構成としている（図2）。

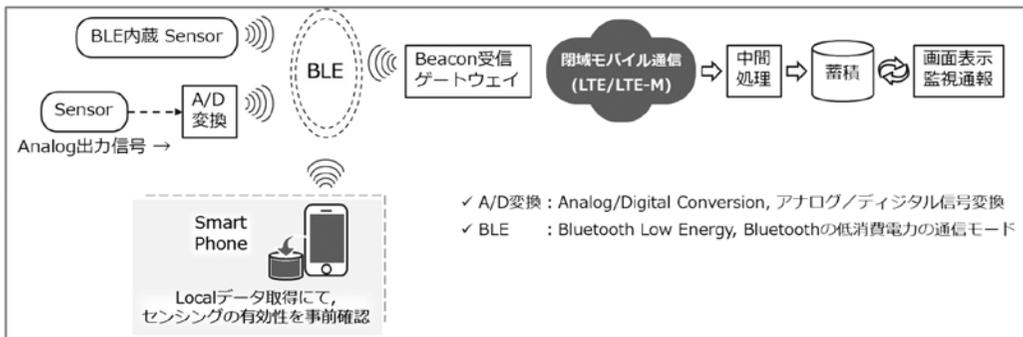


図2 遠隔監視パッケージ構成

3.2 遠隔監視パッケージの特徴

遠隔監視パッケージの特徴は、成熟した技術を最大限に活用して、現場ユーザのニーズを満たしながら迅速かつ容易に遠隔監視技術を導入できることにある。以下に詳しく述べる。

1) 汎用性

センサや各種計器を変更するだけで、さまざまな現場における、さまざまな事象を捉えることができる汎用的な仕組みとした。センサや各種計器から出力される一般的なアナログ信号入力 [DC^{*2} 4 ~ 20mA (ミリアンペア), 1 ~ 5V (ボルト), 積算パルス] を、デジタル変換して BLE^{*3} (Bluetooth^{*4} Low Energy) 無線のセンサビーコン信号として送信する A/D 変換器 (アナログデジタル変換器) を使用する。また BLE 無線機能を内蔵したセンサや各種計器を使用することもできる。

2) 省電力・ワイヤレス

配線工事を避けたい現場の設置要望に対して、ワイヤレスによる柔軟な対応を実現する。省電力の Bluetooth 無線で計測データを収集し、セキュアな閉域 LTE^{*5}/LTE-M^{*6} によってサーバへ送信する。

3) 柔軟なエリア拡張

Bluetooth の無線が届く電波範囲は半径 20m 程度だが、安価で小型のゲートウェイを追加設置していくことによって、無線遮蔽物の回避や、小セル設計によるエリア拡張を行うことができ、導入展開を柔軟に進めていくことができる。

4) センシング計測の有効性を事前確認

実導入にあたっては遠隔監視のシステム化に取り組む前に、センシング計測の有効性を事前に確認することが望ましい。Bluetooth 無線はスマートフォンにも標準実装されており、スマートフォンアプリを利用してデータを取得できる。センシング計測の有効性を確認しながらステップバイステップで導入を進めていくことができる。

5) 初期投資の抑制

既成のプラットフォームサービス基盤の活用によって、システム開発の初期投資を抑制する (開発レス)。この基盤には、通信量を軽減するためのバイナリパーサー機能、多岐にわたるデータフォーマットの変換や演算などの中間処理機能、計測データの蓄積およびストアされたデータをモニタリング・監視するダッシュボード機能が具備されている。また各種メガクラウドやオンプレミスのサーバへの転送機能などが用意されており、将来の本格的なシステム拡張に対応できる。

4. 遠隔監視の適用事例

遠隔監視パッケージを適用することで、短期間で導入を果たして、利便性体験を得ながら課題を解決し、更なる改善対策や価値創造に取り組んでいる事例を本章にて示す。

4.1 水質の遠隔監視

工場や事業場の環境対策として、排出される水質汚濁物質を環境省が制定する水質汚濁防止法に基づいて適切に処理し、排水基準を遵守することが求められる。浄水処理においては曝気槽 (ばっきそう) と呼ばれる施設があり、排水中に圧搾空気を散気管やエアレータ等により微細な気泡として吹き込み、微生物の生物化学的酸化反応を促して有機物を分解する。この曝気槽に対して、水処理薬品を注入して化学反応を促進することで、排水の浄化とともにエアを送り込むエアレーション装置の稼働最適化や省電力化を行うことができる。この浄水処理に使われる水処理薬品を製造販売している顧客における導入事例を紹介する。

4.1.1 課題

水処理薬品を製造販売している顧客において、曝気槽の現場で自社の薬品が採用されるまでには、水質を確認して最適な薬品添加条件と浄水処理効果を可視化しつつ、アセスメントを実施していくのが常道である。

各現場のアセスメント実施期間は数ヶ月にわたり、薬品の配合や量などの条件を変更しながら、水質の変化を計測して処理効果を確認していくことになる。人手による巡回計測をしていると、多大な労力を要するために実施数を増やすことができない。またアセスメントを実施する現場は地理的に分散しているために、実施エリアを拡大することに限界がある。これらがビジネス拡大の障壁となっており、実施数を増やすことと、対応するエリアを拡大する仕組みが求められた。

4.1.2 解決策

遠隔監視パッケージを導入して薬品注入カウントと水質（pH^{*7}、DO^{*8}、ORP^{*9}）の計測データを遠隔から収集してモニタリングすることによって、計測作業のために巡回する回数を減らし、省人化とともにアセスメント実施数を増やすことができた。さらに時系列データをきめ細かく収集することによって、水処理効果のアセスメント品質を向上できたほか、遠隔から異常を検知して現場へ緊急出動することでトラブルの未然防止につなげることができた（図3・図4）。

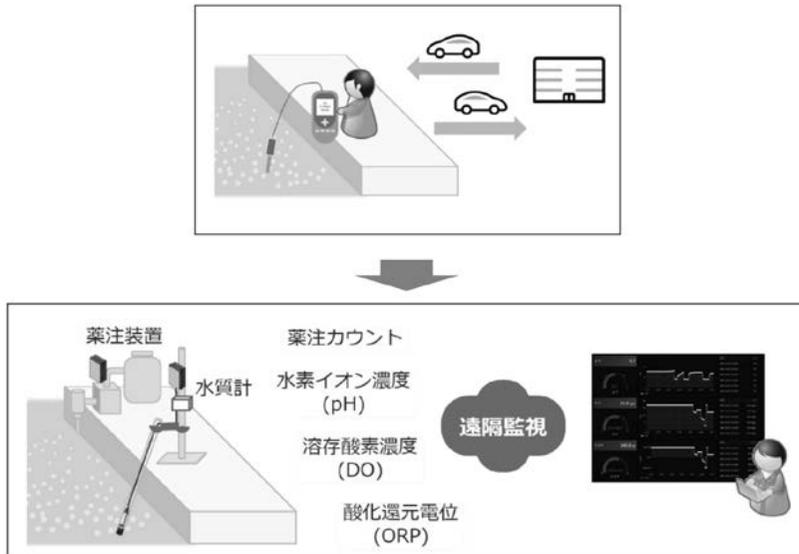


図3 遠隔水質計測の事例



図4 曝気槽への設置

この取り組みによって得られた作業の効率化・省人化およびサービス品質向上の効果測定の結果をもとに、適切な投資対効果を評価しながらビジネス展開エリアの拡大をステップバイステップで進めている。

また遠隔監視パッケージは、次のアセスメント現場に転用設置することで資産を最大限に有効活用できるため、導入展開を促進する一助になる。

4.1.3 今後の展開

水質計測の用途は多岐にわたっており、排水/汚水処理の水質管理に限らず、河川や湖水やダム、土木工事現場や洗浄水、養殖場、水族館、農業用水、水耕栽培など、さまざまな現場で水質の計測が行われている。

一例として養殖場や水族館の水質計測には溶存酸素（DO）や溶存窒素（DN^{*10}）の計測がある。これは水中に溶解している酸素や窒素の量のこと、代表的な水質汚濁状況を測る指標の一つであり、生物の発育や生命維持における重要な監視項目である。大掛かりな施設を除けば、水質のデータ収集は定期的に現場に赴いて人手と手間をかけて計測しているにもかかわらず、きめ細かな状態を観測できてはいない。遠隔監視技術を導入して継続的に状態データを収集・蓄積することによって、養殖魚や飼育魚の生命維持を徹底する目的以外に、給餌の最適化に向けたデータ解析を行い残餌の発生を減らすことができる。収集データの2次活用を進めることで給餌コストの削減や残餌による水質汚濁の防止につなげていくことができる。

ユニアデックスは、このように更なるフィールドで多くの現場ユーザーが遠隔監視のメリットを享受することをサポートしつつ、さらには収集データの2次活用による価値創造を具現化していく。

4.2 輸送品質の遠隔監視

製品の製造プロセスにおける品質管理への取り組み事例は多くあるが、製品を出荷した後の輸送状況の把握までに行っている事例は少ない。製造段階のみならず相手先に届ける輸送プロセスまでを品質管理の対象として取り組むことで、製品品質を更に向向上させることができる。この取り組みを進めた製造業の顧客における事例を紹介する。

4.2.1 課題

輸送中の状況データは、端末に蓄積して輸送完了後に取り出すのが一般的な方法である。しかしながら、数多く輸送が行われるなかで蓄積データを取り出す作業には多大な労力を要する

とともに、輸送や倉庫などの保管場所は社外に委託しているケースが多く、蓄積データの取り出し作業を委託先に依頼することは運用面で困難な状況にある。

輸送時におけるトラブルを抱える顧客がいるなかで、輸送品質の証跡を残すための作業を人手によらず自動収集する仕組みが求められた。

4.2.2 解決策

遠隔監視パッケージの導入によって、GPSによる位置情報の把握とともに、荷台の温湿度や衝撃などの輸送中の状況データを計測し、人手を介することなく自動送信して蓄積する機能を提供することでデータの取り出し作業を不要とした。さらに輸送中の状況データを計測・送信するデバイスを製品梱包時に取り付けることで自社内での運用で完結させることができた。

これらの実現には輸送期間中の電池駆動が求められ、遠隔監視パッケージで採用している省電力なワイヤレスデバイスの特徴を活かした。

4.2.3 今後の展開

製造業の製品輸送に限らず、さまざまなものの輸送においてトレーサビリティの確保が求められている。医薬品においては、GMP^{*11}として製造管理及び品質管理に関する基準が厚生労働省令として公布されていることに加えて、GDP^{*12}として適正流通基準のガイドラインが示されている。食品においては、2021年6月からHACCP^{*13}に沿って原材料の仕入れから最終製品が出荷されるまでの食品衛生管理が義務化された。さらなる衛生管理の徹底に向けて、出荷後のトレーサビリティの確保が重視される。

輸送中の品質管理の中で特に重要となる温湿度管理は、医薬品のみならず食品の流通過程でも求められるケースが多い。その流通過程では、密閉容器や冷蔵庫に入れて輸送することになるが、その内部の温湿度を計測するために、遠隔監視パッケージの特徴である汎用性を活かして、BLE通信機能を持つ極薄ケーブル型センサ（約140 μ m）を採用している。これにより内部の温湿度管理が行われていることの証跡を迅速かつ容易に残すことができる（図5）。

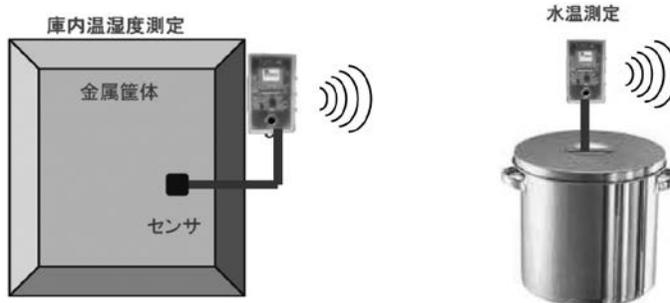


図5 極薄ケーブル型の温湿度センサ使用事例

5. 遠隔監視パッケージの発展および将来展望

我々が直面する課題である事業継続性および今後の労働力不足を解決していくためには、遠隔監視パッケージによるITの利便性体験をもとに、さらなる業務変革やビジネス変革を進めていかなければならない。

ユニアデックスは、顧客が遠隔監視を発展させる際の、設置環境への対応、各種データの分析、ユーザビリティ向上などを継続して支援する。

5.1 エネルギーハーベスト構成

屋外における遠隔監視では商用電源を確保できるとは限らず、3.2節で述べたBLEやLTE-Mを用いた省電力通信による実現が求められる。加えてソーラーパネルによるエネルギーハーベスト構成の考慮も重要である。ユニアデックスは、消費電力とパネル発電効率とバッテリー容量をシミュレーションし、顧客へのコーディネーションを実施することで、最適なエネルギーハーベストの構成を提案する（図6）。

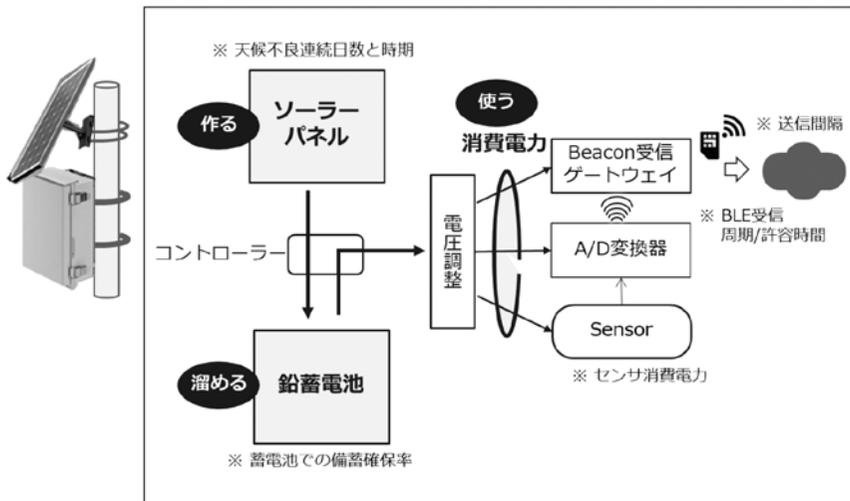


図6 エネルギーハーベスト構成の電力収支

消費電力は、センサを駆動する電力や通信条件によって決まる。発電する電力は日照時間や季節によって変動するため、設置地域で想定される連続天候不良日数と時期およびパネル設置状況（日射面との角度）によってパネルからの発電量を推定する。それらから電力収支をシミュレーションし、連続動作に見合う備蓄確保率を考慮のうえで蓄電池の容量を決定する。

5.2 センサと連動したカメラ監視

本稿では人間の触覚にあたるセンシング技術を用いた監視を中心に説明してきたが、センサ検知イベントと連動した画像監視を行うことで、より人間の感覚に近づいた遠隔監視を実現していくことが可能となる（図7）。例えば、立ち入り禁止エリアに人感センサとカメラを設置して、人感センサによって人の立ち入りを検知した際の画像を、遠隔から収集および記録することが可能になる。



図7 センサ検知イベントと連動したカメラ構成

5.3 計測データのエッジ処理と分析

加速度データを用いたエッジ処理と分析の活用について説明する。物が移動し始める動作や停止する動作は加速度センサで捉えることができる。衝撃の大きさなどを検出する際にも加速度センサが用いられ、4.2節で示した輸送中の衝撃を検出する適用事例のほかに、工業計測分野においては回転機械の振動を計測して故障の予兆検知に使用されている。

一方、橋梁などの社会インフラ構造物は定期的なメンテナンス点検で振動法による張力測定などが行われているが、この点検において継続的な振動計測が有効に活用できる可能性がある。振動データは、エッジ処理によるFFT解析を行うことで周波数スペクトルの時系列データとして得られ、その変化を遠隔から捉えることで効率的なメンテナンス点検を促すことができる(図8)。

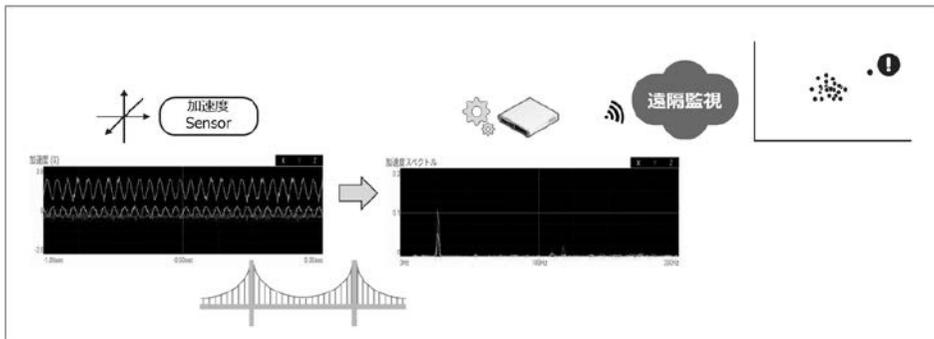


図8 加速度計測によるインフラ監視

ただし橋梁などの社会インフラ構造物の環境では電源を確保することが難しく、更なる省電力化の検討のみならず、ひずみや変位の計測と組み合わせて効果的な遠隔監視を実現していくことが今後のテーマである。

5.4 身近なツール化への展望

遠隔監視を身近なツールとして浸透させていくためには、ITの専門知識がなくても使える

仕組みが求められる。その一つがプログラムの専門知識を不要とするブロックプログラムの採用である。これを現場ユーザが身近なツールとして使いこなすことで、やりたいことを自ら実現でき、新たなコトづくりを加速していけるものとする（図9）。

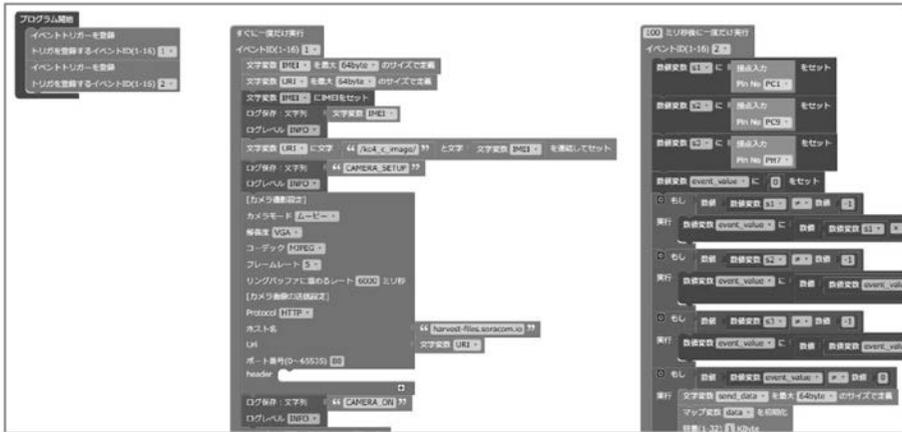


図9 ブロックプログラム画面

6. おわりに

従来から監視業務における計測では、計測結果に高い精度や確度が求められることが通念となっている。計測結果の確度が厳密に求められる現場があり、定期的に巡回して計測する場合には結果にばらつきがあっては計測そのものの意味がなくなる。また、高い精度や確度が求められる計測器は高価なものになる。

一方で、本稿で述べてきた遠隔センシングによる常時監視が実現すると、監視対象の状況を長期間にわたり継続して計測することができ、時系列の変化が捉えやすくなる。遠隔監視による省人化の効果をあげるためには、計測結果の精度や確度を犠牲にしても、多くの場所の計測を実施することのほうが有効な場合がある。障害の予兆を検知するうえでも、精度や確度に拘るより時系列の変化を捉えることの方が効果を得やすい。

遠隔監視の用途においては、より多くの監視を対象として省人化の効果を最大限に発揮することが求められるが、そのためには従来の計測の概念を取り除いて、安価な実現方法やさらなる省電力化と小型化を追求していくことが普及を後押しすることになる。この取り組みを通して、直面する社会課題を解決しながら持続可能な社会を実現していくことに貢献したい。

* 1 IoT は、Internet of Things の略。

* 2 DC は、Direct Current. 直流。

* 3 BLE は、Bluetooth Low Energy の略。Bluetooth の低消費電力の通信モード。

* 4 Bluetooth は、米国 Bluetooth SIG, Inc. の商標である。

* 5 LTE は、Long Term Evolution の略。

* 6 LTE-M は、LTE for machine-type-communication の略。LTE Cat. M1 の通信規格。

* 7 pH は、水素イオン濃度。ペーハー、酸性、中性、アルカリ性を示す指標。

* 8 DO は、溶存酸素。水中に溶解している酸素を示す指標。

* 9 ORP は、酸化還元電位。溶液の酸化還元状態を示す指標。

* 10 DN は、溶存窒素。水中に溶解している窒素を示す指標。

* 11 GMP は、Good Manufacturing Practice の略。医薬品の製造管理及び品質管理に関する基準。

- *12 GDP は、Good Distribution Practice の略。医薬品の適正流通基準。
- *13 HACCP は、Hazard Analysis Critical Control Point の頭文字をとった造語でハサップと読む。食品の安全を確保するための衛生管理手法。

- 参考文献** [1] “実現を目指す将来の社会イメージを可視化し、産学官連携による技術研究開発を推進”，国土交通省，2022年4月28日，
https://www.mlit.go.jp/report/press/kanbo08_hh_000891.html
- [2] “デバイスソリューション”，ユニアデックス株式会社，2022年6月，
<https://www.uniadex.co.jp/solution/edge/>

※ 上記参考文献に含まれる URL のリンク先は，2022年10月11日時点での存在を確認。

執筆者紹介 村瀬 秀治 (Hideharu Murase)

1994年某通信会社に入社。電話、IP-VPN、VoIP など各種通信サービスの開発に従事。2008年よりユニアデックス(株)合併前のネットマークス(株)に入社し、マーケティング部門で無線ソリューションやビジネス開発を担当。2015年のIoTビジネス開発部門の立ち上げメンバとしてIoTビジネスの開発に従事し、現在はエッジデバイスビジネス部門でエッジ&IoTコーディネーションを推進中。

