

安全な現場環境管理を支える リストバンド型センサー MULiSiTEN MS200

MULiSiTEN MS200 Wristband-Type Wearable Sensor Ensuring Safe Work Environment

佐多 邦昭 SATA Kuniaki 坂田 真一郎 SAKATA Shinichiro 石井 賢 ISHII Ken 日下部 峻 KUSAKABE Takashi

作業の現場は、環境としては近年、暑さからの熱中症による救急搬送が増加傾向にあり、また事故としては長年、高所からの落下が最も多い。これらの対策は、安全な現場環境を実現する上で重要とされており、現場環境管理の改善がこれまで以上に求められている。

東芝グループは、現場環境管理で重要なファクターである暑さと落下に対し、リストバンド型センサー MULiSiTEN（マリシテン）で改善に応えられる。暑さは、ストレスのリスクを定量的にレベルとして表示・通知する機能を持つ製品 MS100 を提供してきた。落下は、今回、高所作業とその中での落下を検知・通知する機能を盛り込んだ新たな製品 MS200 を開発し、提供を開始している。

To further improve work environment management at outdoor worksites, various issues need to be addressed, such as the increasing number of workers taken to hospital by ambulance due to heatstroke, and falling from high places, which is the most common accident.

With this in mind, the Toshiba Group has developed the following MULiSiTEN series wristband-type wearable sensors focusing on heat and falling as key parameters in ensuring a safe work environment. The MS100 is capable of displaying and reporting a worker's quantitative heat stress level, and the new MS200 is capable of displaying and reporting falls from high places in addition to the MS100 functions.

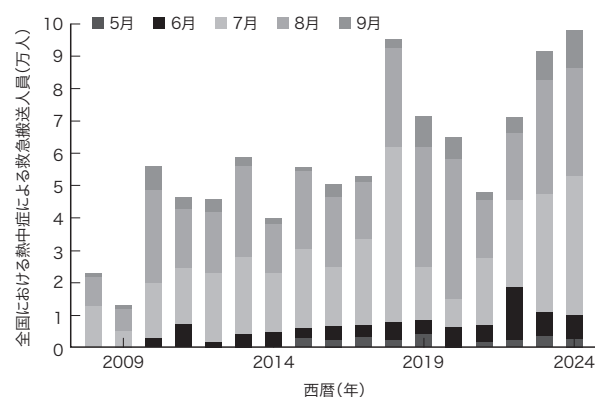
1. まえがき

フィールドセンサーは、上下水道や、鉄鋼、紙パルプ、化学などの幅広い分野で使用されている。東芝グループは、これまで各分野におけるプロセスの物理量（流量、濃度、圧力、温度など）を計測するデバイスをラインアップし、現場の要求に応じてきた。

一方、我が国では夏の気温と湿度がともに高く、近年では地球温暖化の影響も加わって、毎年多くの人が熱中症によって救急搬送されている。図1は、夏場の5月～9月に熱中症で救急搬送された人数を2008年～2024年の年別で示したもので、増加傾向にある。

このため、厚生労働省は労働安全衛生規則の一部を改正し、2025年（令和7年）6月から、熱中症を生じるおそれのある作業を行う場合、事業者に対して「体制整備」、「手順作成」、「関係者への周知」を義務付けた。

東芝グループは、産業用フィールドセンサーで培った技術を生かし、現場環境の安全性向上と落下事故の予防・迅速対応に貢献するリストバンド型センサー MULiSiTEN MS200（以下、MS200と略記）を開発し、提供を開始している。MS200は、高温環境下で作業に従事する者の暑さによるストレスレベルを、温度・湿度に加えて脈拍数や体動などの生体情報を基に推定する。また、高所作業中の落



*総務省消防庁「令和6年（5月～9月）の熱中症による救急搬送状況¹⁾」を基に作成
（ただし、2008年～2014年と2020年の5月、2008年と2009年の6月は、データなし）

図1. 年別（5月～9月）の熱中症による救急搬送状況

全国における熱中症による救急搬送人員の総数は、増加傾向にあることが分かる。

Number of people with heatstroke taken to hospitals by ambulance

下を検知し、万一の事故の際には速やかに状況を通知する機能も備えている。

ここでは、MS200が持つ暑さストレス対応に関する機能と落下検知に関する機能について述べる。

2. MS200の特長

MS200の外観を図2に示す。ディスプレイに表示する内

容は、現在時刻や、電池残量、落下検知の有無、暑さストレスレベル(0(平常)から4(極めて高い)まで)、状況指数レベル、脈拍数、などである。更に、暑さストレスレベルは、設定値を超えると装着者に振動で通知する機能を持つ。加えて、高さの変化を検知し、落下を検知・通知する機能も持つ。図3は、高所検知における高所状態を示す表示である。2.2節で述べる基準高さからの高度差が1.5 m以上の高所になると、高所到達フラグを立て、MS200内部で高所到達フラグを受け取り、高所検知マークであるはしごマークを赤色で表示する。

2.1 暑さストレスレベル推定と通知

MS200は、作業者の手首周囲の温度・湿度、つまり衣服内の環境情報に加えて、パルスセンサーで脈拍数と脈の波形の変化を測定し、加速度・角加速度センサーで体の動きを測定する。これらにより、作業者のその時々的身体的な負荷状況や作業の状態を把握している。更に、これらの状態値に対して身長・体重・生活習慣などの個人差を加味し、東芝グループ独自のアルゴリズムで暑さストレスレベルの値を、MS200内部で計算して表示する。このようにMS200は、システムを使わずに機器単体(スタンドアロー



図2. MS200

ディスプレイ内容は、時計・電池残量・暑さストレスレベル・脈拍数に加え、新たに、落下検知・状況指数レベル・各種警報がある。通知は、表示・振動がある。

MS200

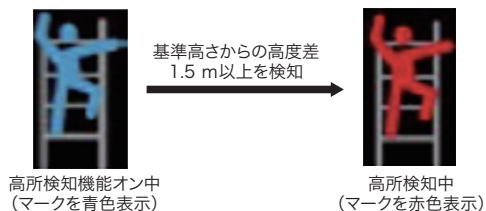


図3. 高所検知マーク

青色のはしごマークの出現で高所検知機能がオンしたことが、赤色のはしごマークで高所にいることが、一目で分かる。

High location detection function on MS200 display

ン)でも使用可能である。

また、図4に示すように、無線通信のBluetooth® Low Energy 5.0(以下、無線通信と略記)に準拠した無線通信機能(通信プロトコルは公開)を備えており、作業者のデータをリアルタイムで送信できる。このため、MS200に付属するパソコン用ツールや、MS200を利用する事業者側が構築したシステムを通じて、管理者は各作業者の作業状況に応じた暑さストレスレベルをリアルタイムで把握・共有できる。

このように、MS200を用いることで作業者ごとの状態に応じた暑さストレスレベルを定量的に判断できるため、水分補給や休憩の適切なタイミングを見極める手助けとなる。

2.2 落下検知と通知

MS200は、高所作業の状態と、高所作業中の落下を検知するとともに、無線通信を通じて、上位システムへ落下の発生を通知する機能を持つ。上位システムへの通知は、“落下を検知したこと”と“作業者がその場から動けないこと”の両方の条件が満たされた場合に行う。

落下の検知には、時間を用いず、次に示すように基準点からの高度差だけを用いている。まず、高さ0 mの基準点を、高さ検知機能をオンにした位置、すなわち作業者の胸の高さに設定する。作業者が落下して倒れた場合、MS200の位置は胸の高さよりも低くなるため、基準高さを下回った時点で落下検知フラグを立て、MS200内部で落下検知フラグを受け取る。

作業者の状態判定は、GPS(全地球測位システム)による位置情報を用いて、作業者がその場にとどまっているかどうかを判定する。体動(MS200の動き)の有無だけを用いると、負傷して動けない状態でも手を動かせる場合などは体動があると判定してしまうためである。そこで、GPSデータを用いて物理的な位置変化がないと判定した時点で、通知

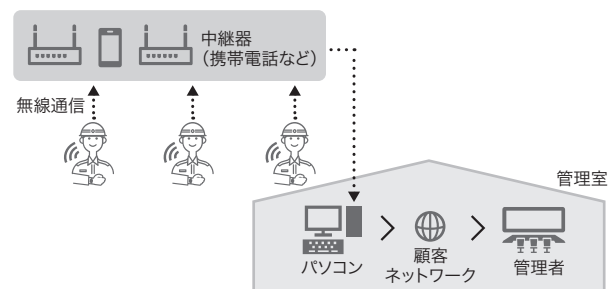


図4. 無線通信を利用した遠隔見守りの例

作業者が装着しているMS200から、無線通信と中継器を介して管理室へデータをリアルタイムで送信でき、遠隔で見守りができる。

Remote monitoring of individual workers' conditions from control room via wireless communication

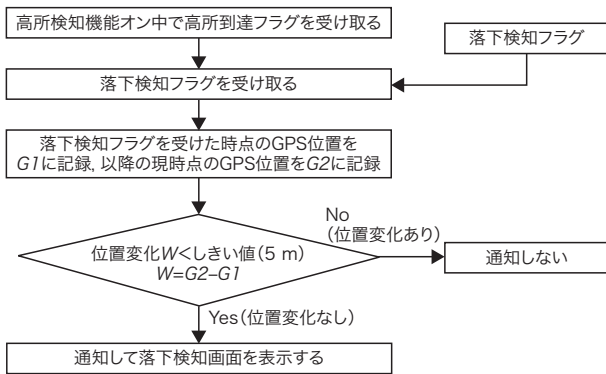


図5. MS200 落下検知の通知フロー

落下検知フラグを受け取る（落下検知）だけではなく、位置変化なしで動けないと判断した場合に、通知するフローである。

Alert reporting process of MS200 when detecting fall

する。この方法により、負傷の有無やその程度に関係なく、落下して動けない（移動できない）状態であるかを判定でき、救助が必要かどうかを区別できる。

図5に、落下を検知してから通知するまでの流れを示す。落下を検知すると、GPS位置情報の記録を開始し、一定時間内に所定以上の位置変化がなければ、作業者が動けない緊急事態と判断し、上位システムに通知する。意図的に飛び降りてその場にどまっている場合にも通知してしまう可能性はあるが、骨折などの重症や気を失って動けない場合を見逃さないよう、フェールセーフの考え方に基づいている。また、通知しても装着者に問題がない場合（救助が不要な場合）は、自身で通知を解除できるようにしている。

3. MS200のユースケース

MS200のユースケースとしては、図6に示すように、太陽光パネルの設置現場で無線通信を用いた遠隔見守りの活用が挙げられる。無線中継器を設置し、無線通信機能をオンにした状態で使用することで、遠隔地にある現場事務所から作業者の状態を見守る運用ができる。この現場では、暑さストレスレベルの通知しきい値を1に設定し、レベル1の通知をMS200の画面に表示した時点で作業者が休憩を取る運用とすることで、体調管理を実施できる。これにより、作業中の体調不良リスクの低減に貢献できる。更に、高所作業の検知機能と位置情報の取得機能により、遠隔地からでも作業者が高所で作業しているかどうかや、その位置を把握できるので、万が一の落下時にも迅速に対応可能な体制を整備できる。

別なユースケースとして、図7に示すように、製造現場で作業者の暑さストレスレベルや脈拍、衣服内の温度・湿度

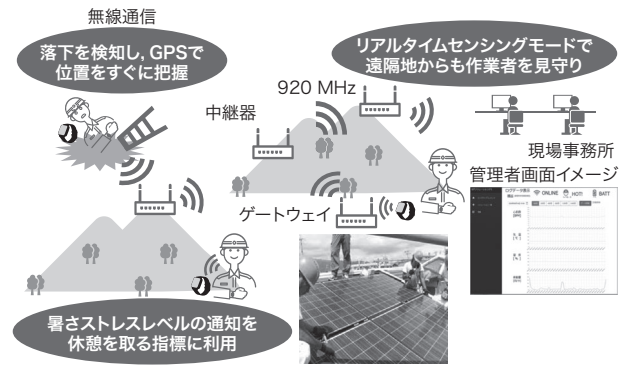
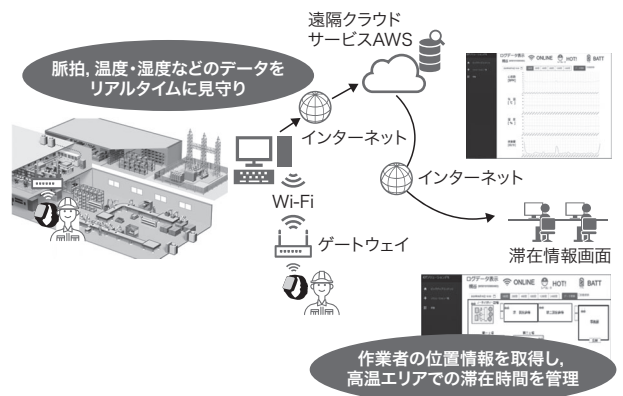


図6. 太陽光パネル設置現場での遠隔見守りのユースケース

管理室（現場事務所）側が遠隔地からゲートウェイを用いて作業者の状況を把握できる。

Use case for remote monitoring using MS200 at solar panel installation site



AWS: Amazon Web Services

図7. 製造工場でのクラウドサービスを用いたユースケース

作業者の状態や作業環境と、GPSの使えない屋内ではビーコンなどを用いた位置情報からの滞在時間を、作業者自身や管理者がいつでも把握できる。

Use case for remote monitoring with MS200 in manufacturing plant using cloud services

（作業環境に相当）などのデータをリアルタイムでモニタリングする活用が挙げられる。クラウドサービスと連携することで、これらのデータをクラウドシステム上に蓄積し、時間や場所を問わずに作業者の状態を見守れる。また、GPSが利用できない屋内環境では、Bluetooth Low Energyのアドバタイズモードを活用し、ゲートウェイやビーコンなどの中継器を用いて位置情報を取得することで、高温エリアでの滞在時間を把握・管理できる。

4. Meister Apps 現場作業見える化パッケージによる安全な現場環境管理の実現

MS200や、ビーコンと、東芝グループが提供する“Meister

Apps 現場作業見える化パッケージ”を活用することにより、安全かつ効率的な現場環境の管理が実現できる。図8に示すように、このパッケージは、作業者の生体データや、位置データ、現場環境データを、リアルタイムに収集・可視化し、異常時には即座に通知を行うことで、暑さによる体調不良の未然防止と落下への迅速な対応が可能になる。また、収集したデータは蓄積・集計し、将来的には生成AIを活用した高度な分析支援にもつながる基盤となる。このパッケージは、以下の三つの特長がある。

4.1 装着者とセンサー端末の管理

このパッケージでは、MS200の装着者である各作業者の位置検知に、ビーコンを用いる。MS200やビーコンなどから収集したセンサーデータのセンサー端末としてスマートフォンを用いて、作業者がユーザー ID（識別情報）でログインする運用を採用した。また、ユーザー ID には、班長・作業者などの役割や、班などのグループを設定でき、通知内容や表示情報を役割・グループ単位で柔軟にカスタマイズ可能である。更に、通知用のアシスタントボット（自動応答システム）を複数作成し、それぞれに役割やグループを割り当てることで、各作業者に専属のアシスタントボットを持たせる運用も実現できる。

4.2 センサーデータの統合管理と分析支援

センサーデータは、パソコン上のデータベースに時系列で蓄積し、複数のテンプレートを用了グラフ表示により可視化する。これにより、各作業者の状態や現場環境の変化を

直感的に把握できる。

将来的には、蓄積されたデータを活用し、生成AIによる作業分析や改善提案を行う構想もある。例えば、ベテランと新人の行動の違いや、日ごとの作業効率の変化要因をAIが抽出・説明することで、現場の安全性と生産性の両立に貢献する。更に、作業者が携帯するスマートフォンから、マニュアルや分析結果を学習したRAG（Retrieval-Augmented Generation）を音声対話形式で利用することにより、パソコン操作が困難な現場でも、生成AIを活用できるようになる。音声RAGには大きく二つの方法がある。通常のRAG結果をそのまま音声読み上げする方法は、再生時間が長くなり過ぎることへの対策に課題がある。逐次入出力する方法は、AI応答中の割り込みに弱くなることへの対策に課題がある。東芝グループでは、プロンプト制御をすることで通常のRAG結果をそのまま音声読み上げする方法の短文応答を実現し、対話の実用性を高めている。また、作業者と生成AIとの対話内容は管理者にも共有し、誤情報の確認やフィードバックを可能にする。

4.3 スマートフォンを活用した通知機能

このパッケージの中核機能の一つが、スマート通知機能である。センサーデータをリアルタイムで集計・条件判定し、設定した条件に合致した場合には、作業者のスマートフォンのアプリケーションにテキストと音声でアラート通知を行う。通知先はユーザー ID 単位で柔軟に設定でき、音声は合成音声又は事前録音された音声を使用できる。

例えば、MS200で検知した暑さストレスレベルや高所到達フラグ、落下検知フラグを条件に設定することで、作業者の体調不良や作業高度を即座に管理者へ通知できる。また、MS200の通知ボタンを押すことで応援要請メッセージを自動で関係者に通知する機能も備えている。

作業者の位置検知にビーコンを用いた方式は、Bluetooth Low Energyゲートウェイや中継器を用いた方式に比べ、細かく区画を分割して作業場所を特定できる。工場や倉庫のようにGPSの届かない屋内の作業現場でも、救援要請のあった作業者の位置を正確に把握することが可能である。

通知機能は、安全管理にとどまらず、作業効率の向上にも応用可能である。位置情報や手待ち状態の検知により作業の遅延を即座に把握し、迅速に対応することが可能となる。また、設備稼働監視システムと連携することで、設備の異常停止時に即座に通知でき、ダウンタイムの最小化にも貢献できる。更に、音声通知機能とスマートフォンの録音機能を組み合わせることで、トランシーバーのような双方向コミュニケーションも実現できる。

このように、Meister Apps 現場作業見える化パッケージ

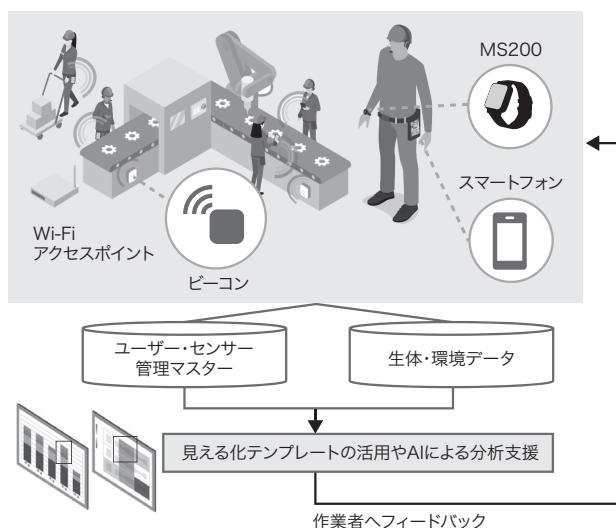


図8. Meister Apps 現場作業見える化パッケージ活用のシステム構成概要

センシングデバイスで作業者の行動データを収集し、データの集計と分析の結果を、作業員にも見える形でフィードバックするシステムである。

Outline of Meister Apps field work visualization package

を活用することで、MS200を用いたデータ収集だけでなく、データ分析や作業へのフィードバックなども含めて、一つのシステムで実現できる。

5. あとがき

MS200の特長とそのユースケースを通じて、作業現場における安全性の向上とリスク低減への貢献について述べた。リアルタイムでの各作業員の作業状態把握や、落下検知、位置情報の活用により、現場の状況を的確に把握し、迅速な対応が可能となる。更に、Meister Apps 現場作業見える化パッケージの活用により、現場全体の運用効率や管理精度の向上も期待できる。

今後も、作業現場のニーズに応じた技術開発を進め、より安心できる現場環境の実現を目指していく。

文 献

- (1) 総務省消防庁. 報道資料: 令和6年(5月~9月)の熱中症による救急搬送状況. 2024, 14p. <https://www.fdma.go.jp/disaster/heatstroke/items/r6/heatstroke_nenpou_r6.pdf>, (参照 2025-07-08).



佐多 邦昭 SATA Kuniaki
スマートマニュファクチャリング事業部 計測制御機器部
Microelectronics System Components Dept.



坂田 真一郎 SAKATA Shinichiro
スマートマニュファクチャリング事業部
電気学会会員
Smart Manufacturing Div.



石井 賢 ISHII Ken
東芝デジタルソリューションズ(株)
デジタルエンジニアリングセンター
スマートマニュファクチャリングソリューション第一部
Toshiba Digital Solutions Corp.



日下部 峻 KUSAKABE Takashi
東芝デジタルソリューションズ(株)
デジタルエンジニアリングセンター
スマートマニュファクチャリングソリューション第一部
Toshiba Digital Solutions Corp.