

クレーン

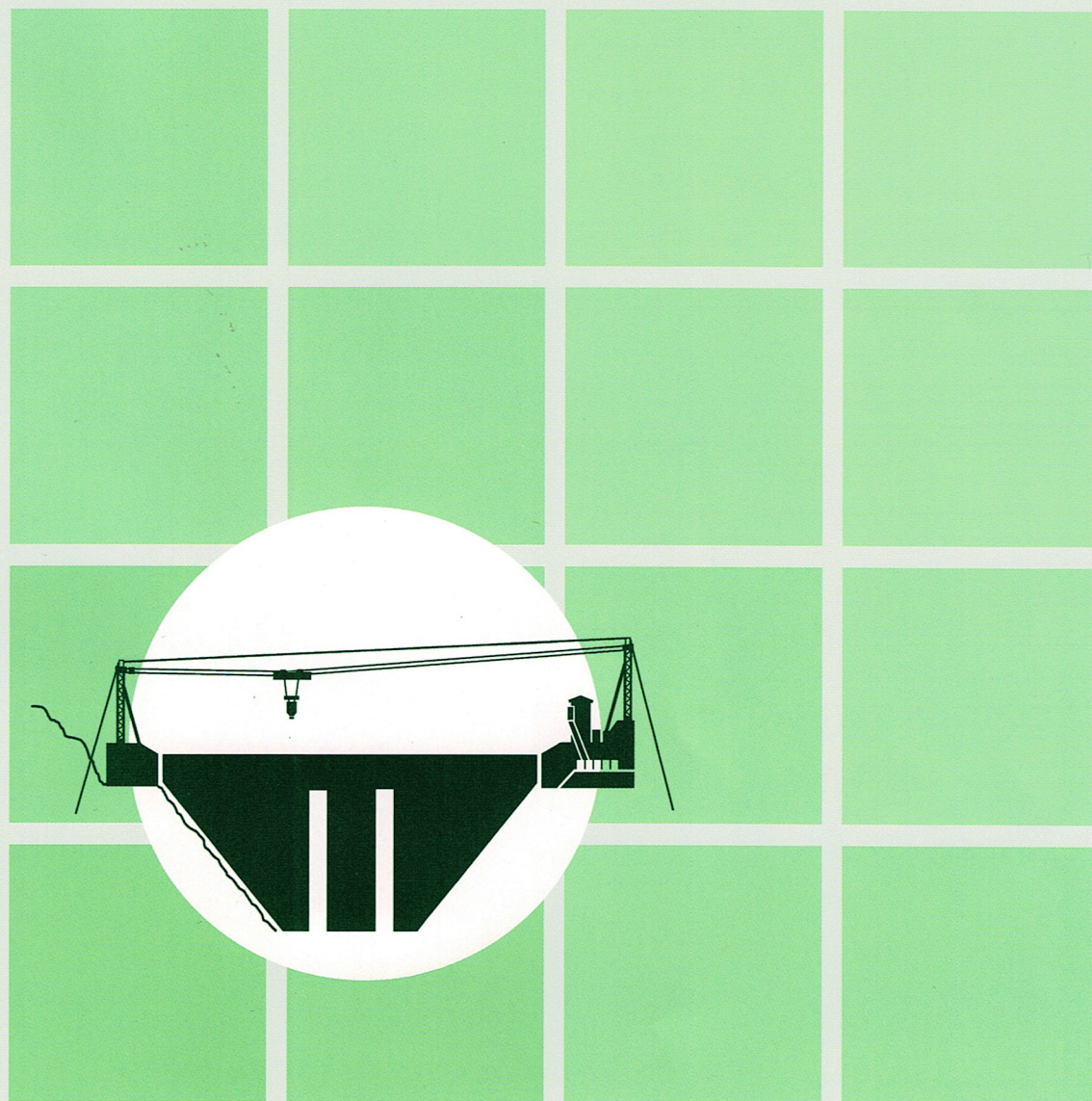
2
2024

技術報告

自航式 SEP 船「BLUEWIND」について

紹介

●スマートヘルメット「Dasloop」



一般社団法人 日本クレーン協会

紹介

スマートヘルメット「Dasloop」 ～先進の安全性と効率性がもたらす 未来のヘルメット技術～

林 好 苹*

1 はじめに

現代の建設業界は、多岐にわたる作業と複雑なプロセスが絡み合う中で、労働力が全産業の8～10%程度を占めながらも、死傷災害は全産業の約3分の1を占めています。

令和4年、日本で発生した労働災害による死亡者の数が774人であり、そのうち建設業が281人を占め、全産業分野で最も多いという現実があります[1]。この事態は建設業界において安全性向上が喫緊の課題であることを浮き彫りにしています。

建設現場において安全性と効率性を向上させることは、単なる目標ではなく急務と言えます。労働者の健康と安全を確保するためには、従来の手法を超えたアプローチが求められています。その中で、私たちの目標は建設業界における革新と安全性向上を促進することです。

BeeInventor は、建設業界のIoT化に取り組

むスタートアップ企業です。豊富な経験を持つプロフェッショナルが集まり、建築、電子機器、製品エンジニアリング、最新のIT技術を駆使しお客様の事業に貢献します。

BeeInventorの代表であるHarry Chanは、22年以上にわたり建設業界での経験を積んできました。その中で、「もっと建設業界を安全で快適なものにしたい」という強い思いが芽生え、それを実現するためにBeeInventorを設立しました。

当社は、建築業界においてIoT建設技術の開発に全力を注ぎ、健康と安全、コミュニケーション、生産性の向上を実現しています。人、MEP（機械、電気、配管）、材料、モニタリングセンサーなど、建築のあらゆる要素を結ぶ包括的なIoTプラットフォーム（図1）を構築し、より安全で効率的な作業環境を提供することを目指しています。

工事現場の安全性向上を目指す製品として、私

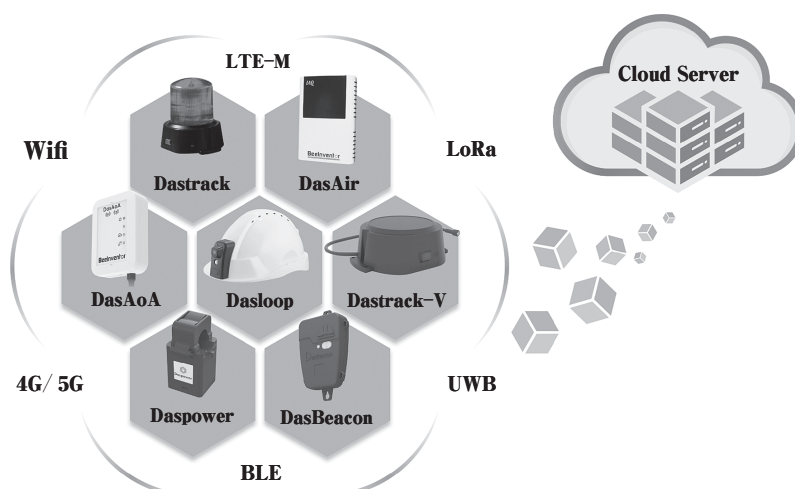


図1 ワンストップソリューションを実現

* Lin Yu Ping BeeInventor (株) 事業開発



図2 ライト付きのスマートヘルメット「Dasloop」



図2-1 カメラ付きのスマートヘルメット
「Dasloop Video」

私たちは建設作業現場で不可欠な安全ヘルメットを初のスマート化製品として選びました。現在の市場にはさまざまなウェアラブルデバイスがあり、ウォッチ、グラス、後付け型センサーなどが挙げられますが、これらの端末を多く身につけることは、作業を妨げる可能性があり、またヘルメットに取り付けることで保護性が低下するおそれがあります。さらに、端末の保守管理責任も、現場最前線で働く作業員にとって負担となります。

当社は、スマートヘルメットの開発において周辺機器の簡素化に努め、現場作業員の負担を軽減するための試みを何度も行いました。その中で、建設現場でより高いレベルの安全管理を可能にするIoTデバイスであるDasloopスマートヘルメット（図2、2-1）についてご紹介します。

Dasloopスマートヘルメットは以下の取り組みを行っています：

(1) ヘルメットの軽量化とバランスの最適化

ヘルメットの設計において、特に重量のかかる部分について軽量かつバランスの良い構造を追求しました。オプションによって重量が変動しますが、通常は450gから600g程度になります。これ

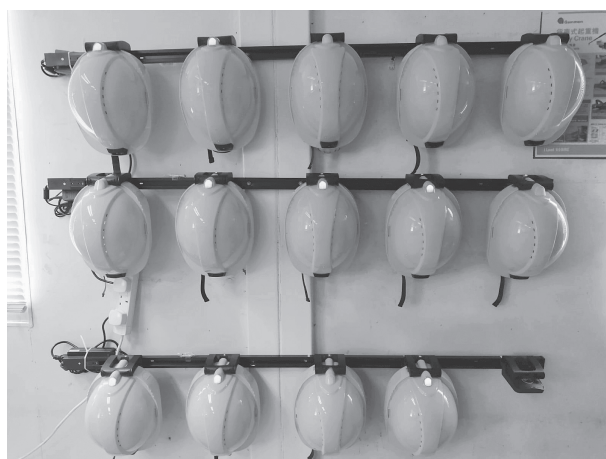


図3 ヘルメットのワイヤレス充電ラック



図4 バッテリー残量はLEDにより表示する

により、作業員がヘルメットを装着していても、長時間の作業でも快適な着用感を提供します。

(2) ワイヤレス充電機能の導入

Dasloopヘルメットはリチウムイオン電池を搭載し、約45時間の連続使用が可能です。リチウム電池の交換以外に、ヘルメットの充電は充電ラック（図3）を使用し、充電のためのリチウム電池の取り外し不要です。ワイヤレス充電が可能のため、作業員はケーブルの取り回しや充電器の携帯に悩むことなく、作業終了後にヘルメットを充電ラックにかけるだけで簡単かつ効率的に充電できます。これにより、充電の手間が省かれ、作業中の負担が軽減されます。

(3) テールライト付き（図4）

バッテリー残量はLEDにより表示され、点滅の状態ではバッテリーの残量を確認することができます。点灯パターンは3つあり、これを信号灯として活用することも可能です。これにより、暗い環境でも安全に作業を行うことができます。



図5 心拍数，体温，着用の有無，電池の残量の表示

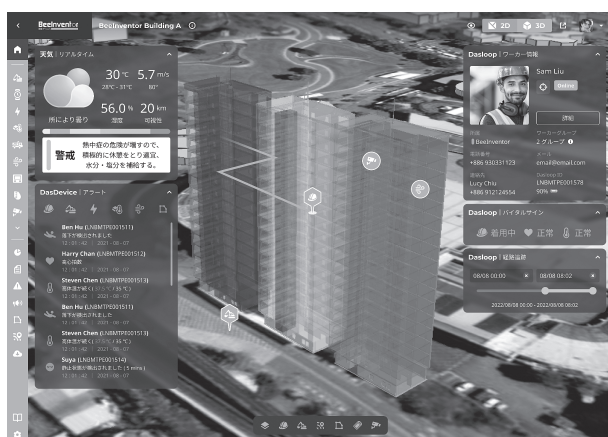


図5-1 システム画面

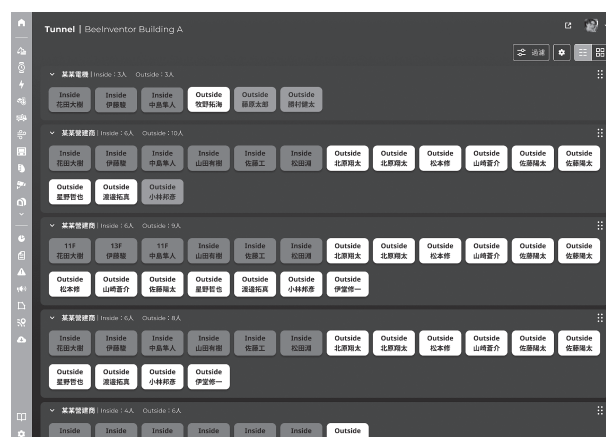


図5-2 トンネル入退坑管理画面

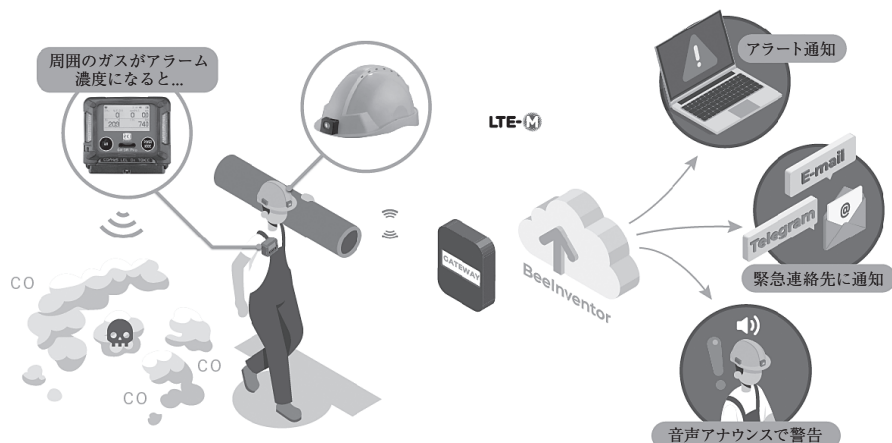


図6 ポータブル版のガスセンサーから得られる情報をヘルメットを通じて、作業員に知らせることができる。

2 システム概要

本システムは、ヘルメットを用いて作業員の体調や転倒・転落の発生等を把握するシステムです。各種センサーを備えたヘルメットの装着により、心拍数や体温、着用の有無等（図5、5-1）を測定しクラウドでデータを管理できるため、作業員の体調管理、転倒・転落の発生有無、位置情報管

理（図5-2）、閾値を超えた際のアラート通知、アナウンス放送等が可能となります。

また、スマートヘルメットを通じて各現場に合わせた様々な外部IoTセンサー（図6）から得られる情報を作業員に通知できます。特に、危険な現場や危険が予測される現場（例：ガス漏れや中毒事故を引き起こす可能性のある現場）に導入することで、リスクを回避するのに寄与します。

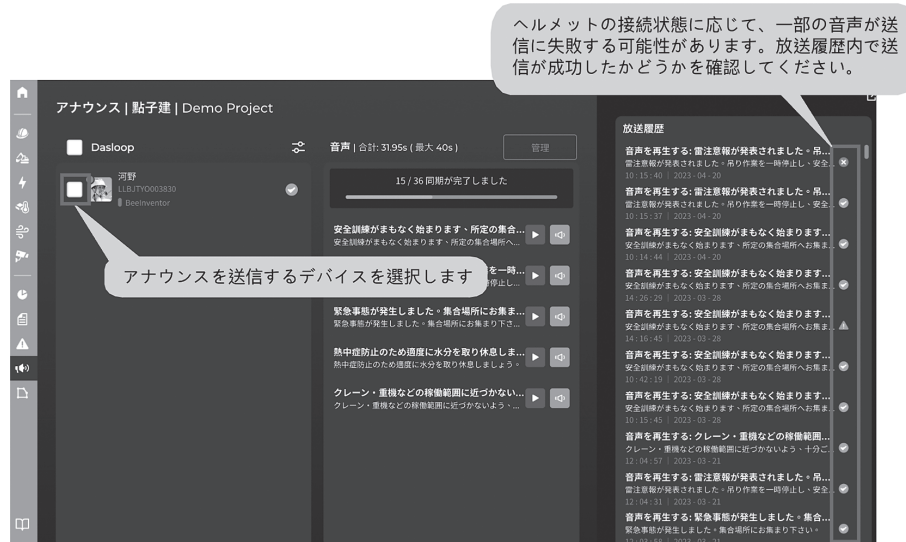


図7 遠隔地からヘルメットにアナウンス放送できます。ヘルメットに最大40秒の音声メッセージを保存可能。

2.1 【特徴】

(1) 心拍数と体温

センサーを使用して心拍数と体温を測定し、閾値を超えた際に作業員及び関係者にアラート通知を行います。建設業は屋外作業で熱気や直射日光を浴びやすいため、作業員の熱中症リスクが高まります。特に、梅雨の合間に急激な気温上昇があったり、梅雨明けの蒸し暑い日など、身体が急激な気温変化に慣れていない時は特に危険です。作業員が熱に順化（熱に慣れて適応すること）していないため、熱中症を発生するケースが非常に多く見られます。

熱中症による死亡災害の事例集では、作業前と作業中に体調の確認を行った際には「問題がない」、「少し休めば大丈夫」との回答があったにもかかわらず、その後突然倒れて意識を失い、発見までの時間がかかり、死亡に至るケースも少なくありません。

そのため、兆候を感じたけれども管理者に申し出にくく、自分で我慢するようなこと、または自分の体調の変化に気付かず、体調不良なのか判断できないことを避けるため、作業員のバイタルデータをシステム上で把握することができ、異常があった際には現場責任者が迅速に対処できます。

(2) 転倒・転落の検知

作業現場では、転倒・転落事故、急病、熱中症、有毒ガスの吸引など、命にかかわる不慮の事態が発生することがあります。スマートヘルメットの

転倒・転落検知は、圧力センサーや加速度計を活用しています。これにより、倒れて動かなくなった従業員を正確に検知し、即座に複数の通知手段でアラート通知を行います。これによって非常事態を迅速に察知し、従業員の安全を確保します。

(3) 屋外・屋内位置測位

屋外はGNSS、屋内はBLEビーコンまたはUWBを使用して作業員の位置、移動履歴等を2Dマップ及び3Dモデルに反映します。

(4) エリアの管理

許可が必要な場所または危険な区域を制限エリアまたは危険エリアとして設定し、作業員がこれらのエリアに立ち入った場合、システムは即座にヘルメットから警告を発します。これにより、作業員は危険なエリアに侵入するとすぐに警告を受け、危険を見通すことで、事故を未然に防ぐことができます。

(5) アナウンス放送 (図7)

Dasloop ヘルメットには内蔵スピーカーが搭載されており、遠隔地から連絡事項等のアナウンスを送信し、ヘルメットから音声を流すことができます。アナウンス機能の活用例としては、気象警報（強風、雷雨、高温注意報など）が挙げられます。

もう一つの例として、危険箇所や留意すべき内容、休憩と水分補給のタイミングや、安全対策と安全保護具の使用方法を伝えることなどが挙げられます。また、作業者に指定の場所に集合するよう指示することもできます。

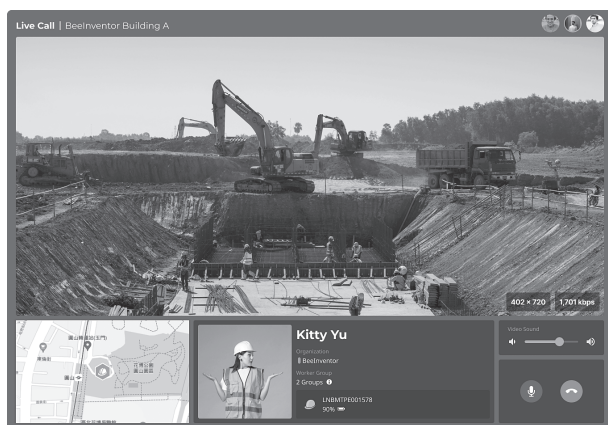


図8 現場作業員とのリアルタイムのビデオ通話。
最大4人まで同時に参加。



図9 作業時間の自動集計

(6) ヘルメット着用有無

圧力センサを使用して、ヘルメットの着用状況を確認することができます。

(7) ヘルメットで緊急 SOS を通知

緊急時に手動でSOSを発信し、現場責任者などに通知できる機能を備えます。

(8) 遠隔作業支援（オプション）（図8）

カメラを利用することで、現場の状況をリアルタイムに把握できます。画質は最大1280×720のHDで、録画も可能です。Dasloopは音声双方向のコミュニケーションが可能で、映像を共有しながら複数の場所にいる現場同士でWeb会議形式のディスカッションが行えるようになっています。

(9) 作業時間の集計（図9、9-1）

作業時間を記録し、集計、閲覧することができます。さらに、エリアまたは作業員ごとにも簡単に閲覧することができます。

(10) 無線通信技術

LTE-M, NB-IoT, LoRa, Wi-Fi, 4G, Bluetooth, UWBによる無線通信が可能で、様々な現場環境（図10）に適用できます。

(11) API 経由で情報を取得

システムの機能やデータはAPIを介して利用可能なため、外部システムとのデータ統合や情報共有、そして分析がスムーズに実現できます。

(12) 衝突防止警告機能（オプション）

ヘルメットにUWB機能（図11）を組み込むことは可能です。当社衝突防止警告システム（図12、12-1）と組み合わせて使用することで、作業員



図9-1 エリアの一日出席状況



図10 スマートヘルメットをかぶって
地下トンネル工事現場で作業する様子



図 11 UWB モジュールはヘルメットに内蔵するか、後付けも可能

が事前に設定された作業エリアに入ると、アラート機能が作動します。この警告はオペレーターと作業員の両方に送信され、作業現場に潜む危険を回避するのに役立ちます。

Dasloop スマートヘルメットは、欧州規格である EN397と CE マーク (EU) をはじめ、英国、オーストラリア、台湾、マレーシア、タイ、香港など、さまざまな国々で安全認証を取得しており、これまでに台湾、香港、日本などで70以上のプロジェクトを実績として積んでいます。現在、このシステムは日本語、英語、繁体中国語の3つの言語に対応しています。

また、日本国内の技適マークも取得済みの製品であり、型式検定合格番号も取得しております。飛来・落下物用の保護帽として、労働安全衛生法で厚生労働大臣が定める構造に適合していますので、法的にも安心してご使用いただけます。

なお、汗や雨、猛暑などの天候要因に関する心配はありません。このヘルメットの動作温度が -20°C $\sim$ 60°C で、IP64の規格を取得しています。IP64の等級では、粉じんなどの侵入とあらゆる方向からの水しぶきから確実に保護されています。そのため、作業員は激しい作業や雨天時においてもヘルメットをご利用いただけます。

3 おわりに

建設業界における高齢化の進行は、次世代に技術を受け継ぐ必要性を急務としています。このため、従業員の安定した雇用と、最新の技術を駆使

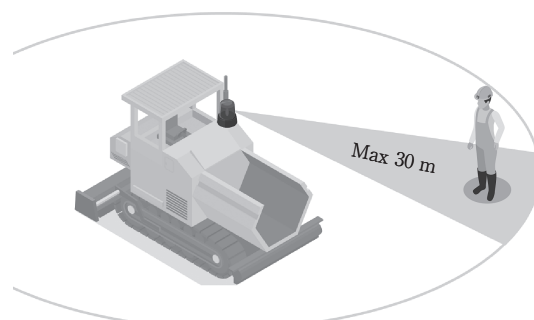


図 12 重機衝突防止システムとスマートヘルメット

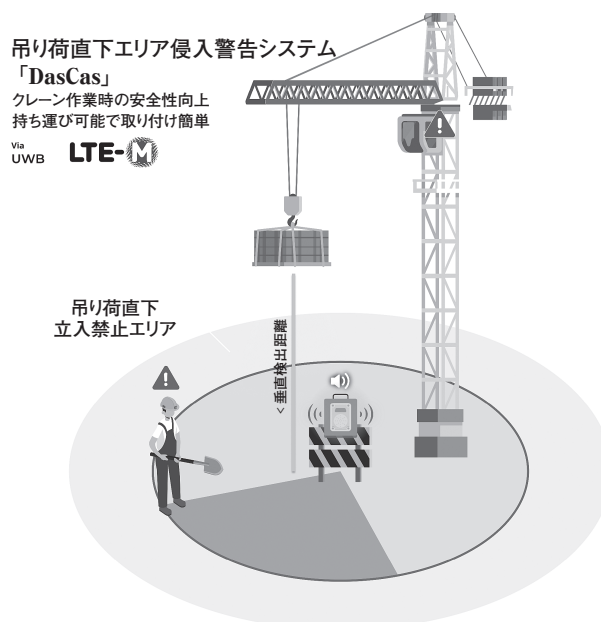


図 12-1 吊り荷直下エリア侵入警告システムとスマートヘルメット

して安全かつ健康的な労働環境を整備することが不可欠です。

近年、国土交通省が進める i-Construction の施策により、安全性と生産性に焦点を当てた技術への需要が急速に拡大しています。同時に、ICT 施工指定型の発注も全国的に増加傾向にあり、企業にとっては ICT の導入がますます重要な課題となっています。この中で、国や自治体は ICT 設備導入を促進するために様々な財政支援を展開しており、建設業界における ICT 施工の推進が進んでいます。特に、スマートヘルメットは、リアルタイムのデータ取得や多彩な機能を通じて作業員の安全性と生産性の向上を両立させる革新的なソリューションとして注目を集めています。

国際的な最新事例として、香港開発局が3,000万香港ドルを超えるすべての建設プロジェクトに

「Smart Site Safety System (SSSS) [2]」ポリシーを導入する動きがあります。このポリシーでは、最前線の作業員に向けたスマートウェアラブルデバイスが必須とされ、これが Dasloop などの製品への需要増加を示唆しています。

若手労働者の確保と育成が急務となっている中、担い手の処遇改善や働き方改革、生産性向上が求められています。データ連携を含む効率的な現場管理を進め、これらの施策を通じて建設業界の将来にわたる持続可能な発展が期待されます。総じて、スマートヘルメットは安全性と効率性の向上に寄与する先進的なテクノロジーとしてますます注目を浴び、需要が拡大していくと考えられます。

参照

[1] 令和4年の労働災害発生状況を公表

https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_33256.html

[2] Smart Site Safety System (SSSS)

[https://citf.cic.hk/Product_Photo/Images/PA%20List%20Products/20230615%20List%20of%20CITF%20Pre-approved%20Technologies%20\(Smart%20Site%20Safety%20System%20\(SSSS\)\)_v1.pdf](https://citf.cic.hk/Product_Photo/Images/PA%20List%20Products/20230615%20List%20of%20CITF%20Pre-approved%20Technologies%20(Smart%20Site%20Safety%20System%20(SSSS))_v1.pdf)