

経済産業省 産業保安グループ 産業保安企画室 御中

令和4年度産業保安等技術基準策定調査研究等事業 (産業保安に関連する課題に対する新たな解決アプ ローチ推進調査(ウェアラブルデバイスに資する動向 調査))報告書

MRI 三菱総合研究所

2023 年 3 月

セーフティ&インダストリー本部

目次

1.	事業概要	6
1.1	件名	6
1.2	事業目的	6
1.3	事業内容	6
2.	ウェアラブルデバイスに関する最新技術動向調査(シーズ調査)	8
2.1	ウェアラブルデバイス技術活用 of 概観	8
2.2	ウェアラブルデバイス技術 of 調査	9
2.2.1	スマートフォン・フィーチャーフォンタイプ	9
2.2.2	スマートグラスタイプ	11
2.2.3	スマートウォッチタイプ	12
2.2.4	ヒアラブルデバイス	13
2.2.5	タブレット・PDA(携帯情報端末)タイプ	14
2.3	ウェアラブルデバイスを利用したサービス事例 of 調査	16
3.	産業保安分野及び関連他分野を想定した便益調査(ニーズ調査)	28
3.1	ヒアリング先 of 一覧	28
3.2	ヒアリングにおける意見等	28
4.	魅力的かつ汎用的なウェアラブルデバイスのサービス機能・仕様 of 検討	39
4.1	ウェアラブルデバイスによる機能・サービス of 検討	39
4.1.1	ウェアラブルデバイス of 導入における共通的な課題・留意点	40
4.1.2	業務効率化による生産性向上に資する機能・サービス of 整理	40
4.1.3	事業リスク of 低減(稼働停止 of 低減)に資する機能・サービス of 整理	42
4.1.4	事業リスク of 低減(労災リスク低減)に資する機能・サービス of 整理	45
4.1.5	事業リスク of 低減(作業員 of 保護責任)に資する機能・サービス of 整理	48
4.1.6	作業員 of QOL 向上に資する機能・サービス of 整理	50
4.2	労働災害防止に関する厚生労働省 of 施策との関連	52
4.3	ウェアラブルデバイスによる機能・サービス of 展開の方向性検討	53
4.4	サービス提供先(顧客セグメント) of 検討	61
4.5	保険サービスとの連携可能性 of 検討	62
4.6	バイタルデータを基にした健康状態 of アラート機能 of 検討	63

5. まとめ	66
---------------	----

図 目次

図 2-1 人(作業員)を対象としたデジタル化のイメージ	8
図 4-1 ウェアラブルデバイス導入による便益の分類例	39
図 4-2 厚生労働省 第14次労働災害防止計画 概要資料	53
図 4-3 スマートウォッチの今後の活用の方向性.....	54
図 4-4 スマートウォッチによる「現場作業に伴う行動の可視化・改善」機能・サービスのイメージ ..	55
図 4-5 スマートウォッチによる「業務環境(活動阻害要因となる温度・騒音等)の可視化・改善」機能・サービスのイメージ	56
図 4-6 スマートウォッチによる「予定外区域・危険区域等立入りの警告発出」機能・サービスのイメージ	57
図 4-7 スマートウォッチによる「建機、動作範囲の広い装置、ロボット等の近接時の警告発出」機能・サービスのイメージ	58
図 4-8 スマートウォッチによる「音声等での注意情報発出」機能・サービスのイメージ	59
図 4-9 スマートウォッチによる「作業員の疲労・健康状態に基づく警告発出」機能・サービスのイメージ	60

表 目次

表 2-1 ウェアラブルデバイス技術調査結果(スマートフォン・フィーチャーフォンタイプ)	9
表 2-2 ウェアラブルデバイス技術調査結果(スマートグラスタイプ)	11
表 2-3 ウェアラブルデバイス技術調査結果(スマートウォッチタイプ)	12
表 2-4 ウェアラブルデバイス技術調査結果(ヒアブルデバイス)	13
表 2-5 ウェアラブルデバイス技術調査結果(タブレット・PDA(携帯情報端末)タイプ)	14
表 2-6 ウェアラブルデバイスを利用したサービス事例の調査結果(国内事例:セキュリティ・観光・医療)	17
表 2-7 ウェアラブルデバイスを利用したサービス事例の調査結果(国内事例:スポーツ)	19
表 2-8 ウェアラブルデバイスを利用したサービス事例の調査結果(国内事例:現場作業管理)	20
表 2-9 ウェアラブルデバイスを利用したサービス事例の調査結果(国内事例:健康管理)	23
表 2-10 ウェアラブルデバイスを利用したサービス事例の調査結果(海外事例)	27
表 3-1 ヒアリング調査の実施先一覧	28
表 4-1 ウェアラブルデバイスによる機能・サービス:業務効率化による生産性向上	41
表 4-2 ウェアラブルデバイスによる機能・サービス:事業リスクの低減(稼働停止の低減)	43
表 4-3 ウェアラブルデバイスによる機能・サービス:事業リスクの低減(労災リスク低減)	46
表 4-4 ウェアラブルデバイスによる機能・サービス:事業リスクの低減(作業員の保護責任)	49
表 4-5 ウェアラブルデバイスによる機能・サービス:作業員の QOL 向上	51
表 4-6 リストバンド型機器による体調把握に関する既存サービスの例	63

1. 事業概要

1.1 件名

令和4年度産業保安等技術基準策定調査研究等事業(産業保安に関連する課題に対する新たな解決アプローチ推進調査)

テーマ名:保安力・生産性向上等に資する、魅力的かつ汎用的なウェアラブルデバイスの開発

1.2 事業目的

経済産業省では、高圧ガス保安法、電気事業法、ガス事業法等の法律に基づき、産業活動の根幹を支える産業保安分野での安全の担保をしてきたところであり、産業保安に関連する災害の発生件数は減少傾向にある。他方で、産業保安を支える現場においては、人材の不足、設備の高経年化が進むとともに、データ共有等の企業間の連携強化や革新的な技術の海外展開力の強化等の積極的に取り組んでいくべき課題があり、中長期的な我が国の保安を支える力の維持・向上を図っていく必要がある。

これらの課題に対応していくためには、規制等を受ける主体に限らない、多様な主体による創意工夫が重要である。このため、多様な主体による新たなアプローチにより、関連する課題に対して解決策の検討を行う観点から、本事業では、産業保安に従事している事業者、大学・研究機関、その他調査機関等を対象に調査研究を募集するとともに、これらの解決策が我が国の産業保安を支える力の維持・向上に与える影響を考察する。

1.3 事業内容

わが国では、スマート保安の普及・高度化は喫緊の課題となっている中、設備データについては利活用がある程度進んできているが、現場作業員の状態データ(バイタルデータ、位置情報等)については利活用が殆ど進んでいない状況にある。

このため、本事業では、プラント現場等における保安業務の合理化に活用できる可能性があり、かつ従事する作業員の労働災害や被災の早期把握する手段にもなり得るウェアラブルデバイスの普及拡大による「ウェアラブルデバイスを活用した産業保安の高度化」を目指し、魅力的なウェアラブルデバイスの製品・サービスの機能設計等を行う。

具体的には、以下、3つの調査内容を実施する。

① ウェアラブルデバイスに関する最新技術動向調査(シーズ調査)

現在のウェアラブルデバイス技術・サービス提供内容の整理を行う。ヘルスケア分野、建設分野等を含めた幅広い分野で活用されている技術・サービスを収集し、整理を行う。

本調査は、主にインターネット上の公開情報を対象とした調査を行う。

② 産業保安分野及び関連他分野を想定した便益調査(ニーズ調査)

プラント分野及びプラント以外の複数の分野における利活用場面を想定しながら、①の結果も踏まえ、経営目線で費用対効果のある機能を抽出し整理する。

本調査は、幅広い分野の業界団体へのヒアリング調査を行う。

③ 魅力的かつ汎用的なウェアラブルデバイスのサービス機能・仕様の検討

調査内容①、②の調査結果を用いて、ウェアラブルデバイスのハードウェア・ソフトウェア・サービス形態等に対する経営目線で必要な機能・仕様などの要件を抽出し、整理する(例えば、システム構成においては、ハードウェア及びアプリケーションは可能な限り汎用既製品を活用しつつ、プラント用に限定した機能はオプションとして追加するなどの機能構成を想定する)。

本調査は、幅広い分野の業界団体へのヒアリング調査を行う。

加えて、上記①～③の調査結果を報告書として取りまとめる。

2. ウェアラブルデバイスに関する最新技術動向調査(シーズ調査)

ウェアラブルデバイス利用は、様々な産業システムを構成する人間系¹をデジタル化することを可能とし、人間系の有する不確実さを低減して、もって安全性の向上、生産性の向上等する可能性を有している。すなわち、ウェアラブルデバイス利用は、スマート保安推進に向けたひとつのアプローチである。

本章では、利用可能性のあるデバイスを把握するために、現在技術開発あるいは市場導入が進むウェアラブルデバイス技術を俯瞰的・網羅的に調査を行った(2.2 節)。さらに、ウェアラブルデバイス利用を民間主体でビジネスとして持続的に成立(エコシステムの形成)させるため、既存のウェアラブルデバイスを利用したサービス事例について、産業分野を限定せずに(産業保安分野のみならず、建設・ヘルスケア・スポーツ等を含む)調査を行った(2.3 節)。

これら調査結果をシーズ情報とし、ウェアラブルデバイスを利用したスマート保安の推進に資するビジネスモデル検討の一助とした。

2.1 ウェアラブルデバイス技術活用概観

国内プラントのデジタル化は、主に「設備」を対象として行われている。設備の情報はセンサー等でデジタル化され、サイバー空間(デジタル空間)においてモニタリング、判断、フィードバックが行われている。一方で、設備の点検や操作等を行う人(作業員)の情報はあまりデジタル化されていない。国内の産業保安の強みである“人の力”をより生かす・最大化するために、「人(作業員)」を対象としたデジタル化を推進し、人(作業員)の情報を生産性向上や労災低減に活用することが考えられる。

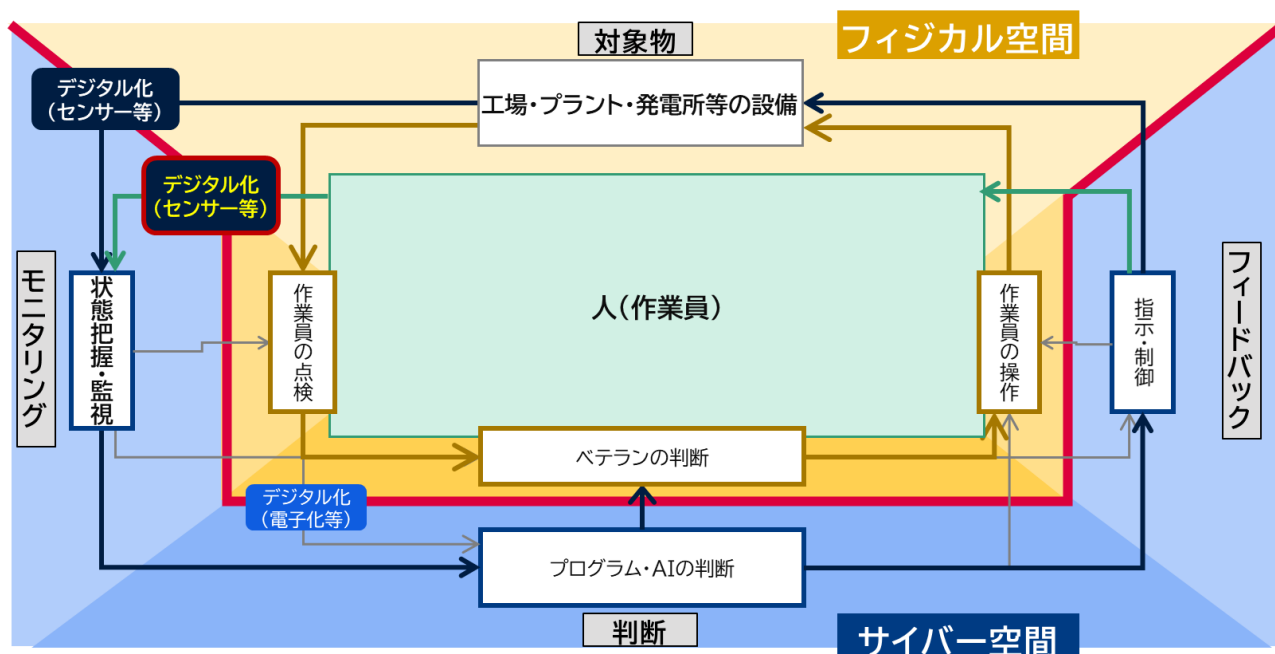


図 2-1 人(作業員)を対象としたデジタル化のイメージ

¹ 例えば石油化学プラントや発電プラント等のオペレーションは、プラント設備のみで成立するものではなく、必ず人間系の関与(運転操作、異常検知、意思決定など)が必要となる。労働力の高齢化や人格獲得難等が影響することで、人間系に求められる、安定生産や公衆安全補確保の上で求められる機能の信頼性が低下する可能性を有していると捉えることができる。

2.2 ウェアラブルデバイス技術の調査

ウェアラブルデバイスのサービス検討を行うにあたり、利用可能性のある既存技術の俯瞰的かつ網羅的な把握のため、まず、現在技術開発あるいは市場導入が進むウェアラブルデバイス技術の調査を実施した。調査対象は基本的に防爆デバイスとしたが、一部産業プラントでの導入がなされサービスとして提供されている非防爆デバイスも併せて本調査の対象とした。それらについて、デバイスごとに取得可能な情報の種類を記載し、また補足情報として主要な特徴を付記した。

2.2.1 スマートフォン・フィーチャーフォンタイプ

調査した防爆デバイスのうち、スマートフォン・フィーチャーフォンタイプのものに関し調査結果を表にまとめた。これらのデバイスは、通話機能を基本性能とし、ポケットに収納可能なサイズ・重さであるなど、持ち運びに適していることが特徴である。

また特にスマートフォンタイプに関しては、通話機能に加えてビデオ通話や画像・動画データのやり取り、位置情報の測位や動作情報の取得に加え、周辺環境の情報も取得可能であることが多い。(表 2-1 参照)

表 2-1 ウェアラブルデバイス技術調査結果(スマートフォン・フィーチャーフォンタイプ)

デバイス種類	防爆の有無	取得可能な情報 ²	補足情報	出所
スマートフォン	有	ビデオ通話機能(フロント・リアカメラ) 位置情報測位 動作検知(加速度、ジャイロ等)	国際防爆認証「ATEX」取得済、DIPv.1 対応。 複数の人と会話が可能になる「PTT機能」に加え、転倒検知や位置情報測位などに向けた利用も可能。	システムギア株式会社 HP 「製品情報」, https://www.systemgear.com/prd/boubaku/smart-ex.html , (2023 年 3 月 29 日閲覧)
	有	動作検知(加速度、ジャイロ等) 環境情報(近接、光、圧力、磁気)	国内防爆認証「CML」取得。 大容量ストレージや高精度なデータキャプチャ機能を備えている。	日本ノヴァシステム株式会社 HP 「工業用防爆デバイス」, https://jnovas.com/product-list/ct60ni/ , (2023 年 3 月 29 日閲覧)

² 公開情報より確認可能な範囲で整理。

デバイス種類	防爆の有無	取得可能な情報 ²	補足情報	出所
	有	ビデオ通話機能(フロント・リアカメラ) 位置情報測位 動作検知(加速度、ジャイロ等)	Zone1/2、Div.1/2 対応。	Aperza catalog「防爆モバイル情報端末、通信機器」, https://www.aperza.com/catalog/page/63/43804/ , (2023 年 3 月 29 日閲覧)
	有	動作検知(加速度、ジャイロ等) 環境情報(近接、光、圧力、磁気)	国内防爆検定、国際防爆規格「IECEX」「ATEX」取得済。	日本ハネウェル HP「ハンディターミナル・PDA」, https://honeywell.co.jp/products/mobile/dolphin-ct60-ni/ , (2023 年 3 月 29 日閲覧)
	有	ビデオ通話機能(フロント・リアカメラ)	国内防爆検定、国際防爆規格「IECEX」「ATEX」取得済、Zone1 対応。米国軍用規格「MIL-STD810G」、防塵防水国際保護等級「IP68」適合。	株式会社ビーエヌテクノロジー HP「製品情報」, https://www.bn-technology.co.jp/product/is5301_1.htm , (2023 年 3 月 29 日閲覧)
	有	ビデオ通話機能(フロント・リアカメラ)	国内防爆検定、国際防爆規格「IECEX」「ATEX」取得済、Zone1 対応。米国軍用規格「MIL-STD810G」、防塵防水国際保護等級「IP68」適合。	株式会社ビーエヌテクノロジー HP「製品情報」, https://www.bn-technology.co.jp/product/is3301_1.htm , (2023 年 3 月 29 日閲覧)
フィーチャーフォン	有	通話機能	Zone1、Div.1 対応。 PTT 機能による多人数通話も可能。	Aperza catalog「防爆モバイル情報端末、通信機器」, https://www.aperza.com/catalog/page/63/43804/ , (2023 年 3 月 29 日閲覧)

2.2.2 スマートグラスタイプ

調査した防爆デバイスのうち、スマートグラスのものに関し調査結果を表にまとめた。特にスマートグラスは、持ち運びにあたり体の一部に装着可能であることに加え、その装着仕様上、視線移動などの情報取得や通話機能との適合性が高いと言える。(表 2-2 参照)

表 2-2 ウェアラブルデバイス技術調査結果(スマートグラスタイプ)

デバイス種類	防爆の有無	取得可能な情報 ³	補足情報	出所
スマートグラス	有	ビデオ通話機能(フロント・リアカメラ) 位置情報測位 動作検知(加速度、ジャイロ等) 環境情報(磁気)	JMACS 社の遠隔支援サービス。 nvEye's システムと連携しサービス提供。	realwear HP「HMT-1Z1」, https://www.realwear.com/jp/hmt-1z1/ , (2023 年 3 月 29 日閲覧)

³ 公開情報より確認可能な範囲で整理。

2.2.3 スマートウォッチタイプ

調査した防爆デバイスのうち、スマートウォッチのものに関し調査結果を表にまとめた。スマートウォッチタイプのものは、手首より装着者のバイタル情報が取得しやすいことが主な特徴であると言える(表 2-3 参照)。

表 2-3 ウェアラブルデバイス技術調査結果(スマートウォッチタイプ)

デバイス種類	防爆の有無	取得可能な情報 ⁴	補足情報	出所
スマートウォッチ	無	バイタル情報 環境情報(温度) 位置情報測位 動作検知(加速度、ジャイロ等)	全利用者の体調、位置情報、端末の状態を地図上表示できる管理用ウェブサイトを完備。	i-focus HP 「PRODUCT/AAASWatch」, https://i-focus.co.jp/aaaswatch/ , (2023 年 3 月 29 日閲覧)
	有	バイタル情報 環境情報(温度) 位置情報測位 動作検知(加速度、ジャイロ等)	国際防爆規格「IECEX」「ATEX」取得済、Zone1 対応。 産業用防爆スマートウォッチとして世界初の製品。	i.safe mobile「Products」, https://www.isafe-mobile.com/en/products/products-zone-1/21/is-sw11 , (2023 年 3 月 29 日閲覧)

⁴ 公開情報より確認可能な範囲で整理。

2.2.4 ヒアラブルデバイス

調査したデバイスのうち、ヒアラブルデバイスに関し調査結果を表にまとめた。本デバイスはイヤホン型のデバイスであり、生体情報や音声、活動状況などに関する情報を得られることが特徴である。(表 2-4 参照)

表 2-4 ウェアラブルデバイス技術調査結果(ヒアラブルデバイス)

デバイス種類	防爆の有無	取得可能な情報 ⁵	補足情報	出所
ヒアラブルデバイス	無	モーション(活動量・姿勢) 耳音響認証(個人認証) 環境情報(温度 発話音声等(ノイズ キャンセリング機能 含む))	他ウェアラブルデバイスの特徴に加え、個人認証が可能であり、これまで収集が困難であった会話データの取得が可能。	NEC, ヒアラブルソリューション, https://jpn.nec.com/hearable/ , (2023 年 3 月 29 日閲覧)

⁵ 公開情報より確認可能な範囲で整理。

2.2.5 タブレット・PDA(携帯情報端末)タイプ

調査した防爆デバイスのうち、タブレット・PDA(携帯情報端末)タイプのものに関し調査結果を表にまとめた。これらのデバイスは、比較的優れた情報処理能力を有していることが特徴である。

また、同時に通話機能を有している製品も存在するため、現場作業員と管理者のコミュニケーションを前提とした、高機能な情報処理が可能となるものと考えられる。(表 2-5 参照)

表 2-5 ウェアラブルデバイス技術調査結果(タブレット・PDA(携帯情報端末)タイプ)

デバイス種類	防爆の有無	取得可能な情報 ⁶	補足情報	出所
タブレット	有	位置情報測位	国際防爆規格「IECEEx」「ATEX」取得済、Div.2 対応。 バーコードや QR コードスキャナーモジュールをオプションで追加可能。	システムギア株式会社 HP「防爆タブレット」, https://www.systemgear.com/prd/boubaku/pad-ex.html , (2023 年 3 月 29 日閲覧)
	有	ビデオ通話機能	国際防爆規格「IECEEx」「ATEX」取得済。 バーコードリーダーや RFID 等を増設可能。	日本ノヴァシステム株式会社「工業用防爆デバイス」, https://jnovas.com/product-list/ux10-ex/ , (2023 年 3 月 29 日閲覧)
	有	ビデオ通話機能(フロント・リアカメラ) 位置情報測位 動作検知(加速度、ジャイロ等)	Zone1/2、Div.1/2 対応。 顔認証機能など標準搭載。	Aperza catalog 「防爆モバイル情報端末、通信機器」, https://www.aperza.com/catalog/page/63/43804/ , (2023 年 3 月 29 日閲覧)
	有	ビデオ通話機能(フロント・リアカメラ)	国際防爆規格「IECEEx」「ATEX」取得済、Zone1 対応。防塵防水国際保護等級「IP65」適合。	株式会社ビーエヌテクノロジー「製品情報」, https://www.bn-technology.co.jp/product/zone1_1.htm , (2023 年 3 月 29 日閲覧)

⁶ 公開情報より確認可能な範囲で整理。

デバイス種類	防爆の有無	取得可能な情報 ⁶	補足情報	出所
	有	ビデオ通話機能(フロント・リアカメラ) 光センサー	国際防爆規格「IECEX」「ATEX」取得済、Zone1 対応。防塵防水国際保護等級「IP68」適合。	株式会社ビーエヌテクノロジー「製品情報」, https://www.bn-technology.co.jp/product/is9301_1.htm , (2023 年 3 月 29 日閲覧)
携帯情報端末(PDA)	有	通話機能	国際防爆規格「IECEX」「ATEX」取得済、Zone1 対応。防塵防水国際保護等級「IP65」適合。米国軍用規格「MIL-STD810G」適合。	株式会社ビーエヌテクノロジー「製品情報」, https://www.bn-technology.co.jp/product/is330HT_1.htm , (2023 年 3 月 29 日閲覧)
	有	通話機能 高解像度カメラ	国際防爆規格「IECEX」「ATEX」取得済、Zone1 対応。防塵防水国際保護等級「IP68」適合。米国軍用規格「MIL-STD810G」適合。	株式会社ビーエヌテクノロジー「製品情報」, https://www.bn-technology.co.jp/product/is530HT_1.htm , (2023 年 3 月 29 日閲覧)
	有	バーコード読取機能	国際防爆規格「IECEX」「ATEX」取得済、Zone1 対応。防塵防水国際保護等級「IP68」適合。米国軍用規格「MIL-STD810H」適合。	株式会社ビーエヌテクノロジー「製品情報」, https://www.bn-technology.co.jp/product/isTH1xx1_1.htm , (2023 年 3 月 29 日閲覧)
	有	通話機能 動作検知 環境情報	Zone2 対応。防塵防水国際保護等級「IP67」適合。	システムギア株式会社「防爆ハンディターミナル」, https://www.systemgear.com/prd/boubaku/ct60ni.html , (2023 年 3 月 29 日閲覧)

2.3 ウェアラブルデバイスを利用したサービス事例の調査

ウェアラブルデバイス利用を民間主体でビジネスとして持続的に成立(エコシステムの形成)させるため、既存のウェアラブルデバイスを利用したサービス事例について、産業分野を限定せずに(産業保安分野のみならず、建設・ヘルスケア・スポーツ等を含む)調査を行った。

調査結果のうち、国内事例を表 2-6～表 2-9 に、海外事例を表 2-10 に示す。

国内事例としては、健康管理や現場作業管理分野に係るサービス事例が特に多く認められた。健康管理分野ではリストバンド型のデバイスを利用した労働災害防止に係るサービス事例、現場作業管理分野では、ウェアラブルカメラを着用し現場状況を視覚的に共有し、作業効率化を実現するサービス事例が認められた。また、その他の分野(セキュリティ・観光・医療・スポーツ)においても、それぞれの適用分野毎で特徴的なサービス事例が認められた。

また、海外事例においても同様に、健康管理や現場作業管理分野に係るサービス事例が特に多く認められた。

表 2-6 ウェアラブルデバイスを利用したサービス事例の調査結果(国内事例:セキュリティ・観光・医療)

適用分野	サービス概要	利用 デバイス	利用データ	サービス提供 主体	出所
セキュリティ	ボランティア連携型警備 「イベントの際にウェアラブルカメラを装着した警備員とボランティアスタッフが連携して警備を行う仕組みを検証している。映像データ、音声データ、位置情報を管理センターに送ることにより、広い会場を効率的・効果的に警備することができる。2015年11月の東京で行われたスポーツイベントで実証実験が行われた。」(総務省,「平成28年版情報通信白書」図表3-1-4-3 概要より引用)	ウェアラブルカメラ	位置情報 映像 音声	総合警備保障	総務省,「平成28年版情報通信白書」,図表3-1-4-3
観光	スマートツーリズム 「ウェアラブル眼鏡(スマートグラス)を活用したツアーの実証を行っている。同社によると、2015年2月～3月に実施した江戸城天守閣、日本橋再現ツアーには、約1000人が参加し、皇居東御苑、日本橋等を訪れ、スマートグラスを用いて、現実の風景に重なるように江戸時代や再現映像を楽しんだとしている。2015年8月～11月には同様のツアーが福岡で実施され、参加者は福岡城と太宰府を散策した。同社は、今後も地域観光のツールとしてウェアラブルデバイスを活用する方針である。」(総務省,「平成28年版情報通信白書」図表3-1-4-3 概要より引用)	スマートグラス	映像	近畿日本ツーリスト	同上
医療	デジタル錠剤 「体内摂取可能なセンサーを錠剤に埋め込み、使用者の生体データを収集・分析することで、新商品やサービスを提供している。オラクル社と連携し、治験参加者が血中濃度等を確認し処方薬剤を正しく服用しているかどうかを測定することができるシステムを開発している。」(総務省,「平成28年版情報通信白書」図表3-1-4-3 概要より引用)	体内接種可能な小型センサー	バイタルデータ	Proteus Digital Health オラクル	同上

適用分野	サービス概要	利用 デバイス	利用データ	サービス提供 主体	出所
	ウェアラブル人工膵臓 「糖尿病患者の身体に装着して使用する小型の円盤型のウェアラブルデバイスである。インスリン療法を支援することができ、「血糖値のモニタリング」、「血糖値を下げるインスリンの投与」、「血糖値を上げるグルカゴン投与」の機能を持つ。デバイスをスマホから制御することで、インスリン療法を行うことができ、従来のインスリン療法に比べて、費用を半減できる。米国で 2015 年に臨床試験が行われた。」(総務省,「平成 28 年版情報通信白書」図表 3-1-4-3 概要より引用)	ウェアラブルデバイス	バイタルデータ	Pancreum	同上

表 2-7 ウェアラブルデバイスを利用したサービス事例の調査結果(国内事例:スポーツ)

適用分野	サービス概要	利用 デバイス	利用データ	サービス提供 主体	出所
スポーツ	M-Tracer View For Golf 「ゴルフクラブのグリップに小型のセンサーを装着してデータを計測し、得られたデータを分析するサービスである。ドライバーでのスイング時の体の使い方や、スイングの速さ、クラブの角度など計測し、ピックデータ解析を行うことで、約 1 万 8000 通り以上の分類から、ユーザーのタイプや傾向を診断する。」(総務省,「平成 28 年版情報通信白書」図表 3-1-4-3 概要より引用)	小型センサー	位置情報 動作情報(加速度情報) バイタルデータ	セイコーエプソン	総務省,「平成 28 年版情報通信白書」, 図表 3-1-4-3
	スイングトレーサー 「バットのグリップの端に装着できるデバイスであり、スイングの時間やヘッドスピードなど 8 種類のデータを計測することができる。計測結果はアニメ動画や数値データとしてスマートフォンで見ることができる。過去のスイングデータや理想とするスイングとの違いをデータで把握し、プレーの改善や指導に活用することができる。」(総務省,「平成 28 年版情報通信白書」図表 3-1-4-3 概要より引用)	小型センサー	動作情報(加速度情報) バイタルデータ	ミズノ	同上
	PIVOT 「加速度、角速度、地磁気の3種類のセンサーを搭載したウェアラブルデバイス。テニスプレーヤーが複数装着して、フットワーク、体の使い方、肘や膝の曲げ等のデータを収集・解析し、フォームの矯正を促す。同社は 2015 年 12 月からクラウドファンディングで資金調達を開始しており、2016 年 8 月の出荷開始を目指している。開発には錦織選手らを指導したニック・ボロテリー氏が協力しており、同氏のコーチ付きのプランの提供も検討している。」(総務省,「平成 28 年版情報通信白書」図表 3-1-4-3 概要より引用)	小型センサー	動作情報(加速度情報) バイタルデータ	Turing Sense	同上

⁷ 注:原文ママ。

表 2-8 ウェアラブルデバイスを利用したサービス事例の調査結果(国内事例:現場作業管理)

適用分野	サービス概要	利用 デバイス	利用データ	サービス提供 主体	出所
現 場 作 業 管 理	VR による土木作業の安全管理システム 「札幌市の建設業者である「一二三北路」が開発した土木工事における安全管理を行うシステムである。現場の状況(地形、足場、重機等)を3D モデリングし、ヘッドマウントディスプレイ(Oculus)で見ることで危険箇所の有無等を点検することができる。開発は VR ゲーム開発ソフト「Unity」を使用して札幌の IT 企業が行っている。」(総務省,「平成 28 年版情報通信白書」図表 3-1-4-3 概要より引用)	ヘッドマウント ディスプレイ	映像	一二三北路	総務省,「平成 28 年版情報通信白書」, 図表 3-1-4-3
	切羽変状可視化システム 「本技術はレーザー距離計又は3D レーザースキャナで切羽をリアルタイム計測し、肌落ちの危険性を光や振動で即時に警報する技術で、従来は切羽監視責任者による監視で対応していた。本技術により、切羽押出し量を定量評価し即時に警報できるため、安全性、施工性が向上する。」(NETIS アブストラクトより引用)	ウェアラブル デバイス(スカ ウター型或い は透過型眼鏡)	映像	株式会社演算 工房 計測技研株式 会社 株式会社竹中 土木 神戸大学大学 院 芥川真一 教授	新技術情報提供システム(NETIS 登録番号 KK-220066-A), https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubsearch/searchresult?pageNumber=2 , (2023 年 3 月 29 日閲覧)
	ウェアラブル通信システム 「本技術はウェアラブルカメラをスマホに繋いで映像と音声のやり取りができるシステムであり、従来はスマホによる通話と撮影で対応していた。本技術の活用により、ハンズフリーの会話が通信可能となり安全性の向上が図れる。」(NETIS アブストラクトより引用)	ウェアラブルカ メラ	映像	インフィニテグ ラ株式会社	新技術情報提供システム(NETIS 登録番号 KT-220074-A), https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubsearch/searchresult?pageNumber=2 , (2023 年 3 月 29 日閲覧)

適用分野	サービス概要	利用 デバイス	利用データ	サービス提供 主体	出所
	クラウド録画型ウェアラブルカメラ 「本技術は、人体に装着が可能なカメラを用いて映像や音声を配信するクラウド型遠隔臨場システムで、従来は、現場に臨場しての確認で対応していた。本技術の活用により、現場へ移動する手間と時間の削減およびデータ保存が可能となり、省力化となるため施工性の向上が図れる。」(NETIS アブストラクトより引用)	ウェアラブルカメラ	映像	セーフィー株式会社	新技術情報提供システム(NETIS 登録番号 KT-220006-A), https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubsearch/searchresult?pageNumber=2, (2023 年 3 月 29 日閲覧)
	揺れ補正機能搭載カメラによる遠隔モニタリングシステム 「本技術は、作業員のヘルメットに装着した揺れ補正機能搭載カメラで建設・土木工事現場の高画質映像を遠隔地からモニタリングできる遠隔臨場可能な製品技術であり、従来は、臨場による確認・立会に対応していた。本技術の活用により施工性向上、工程短縮が期待できる。」(NETIS アブストラクトより引用)	ウェアラブルカメラ	映像	株式会社ザクティエンジニアリングサービス 株式会社ザクティ 株式会社 JAG	新技術情報提供システム(NETIS 登録番号 KK-210059-A), https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubsearch/searchresult?pageNumber=2, (2023 年 3 月 29 日閲覧)
	CIM を活用した施工情報収集共有システム 「本技術は、CIM に関する技術である。CIM を活用して建設現場の様々な情報の収集と共有、遠隔臨場等を行うクラウドシステムで、従来は、事務所あるいは臨場打合せで対応していた。本技術の活用により、施工計画を 3D で可視化でき、クラウドでリアルタイムに情報共有できる。」(NETIS アブストラクトより引用)	ウェアラブルカメラ	映像	五洋建設株式会社	新技術情報提供システム(NETIS 登録番号 QS-210005-A), https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubsearch/searchresult?pageNumber=2, (2023 年 3 月 29 日閲覧)
	VR 空間を利用した現場遠隔管理 VR 空間に多人数が同時にリモート接続できるシステムであり、複数の拠点から、BIM/CIM モデルや点群データ、現場カメラのライブ配信映像を VR 空間内で共有する。これにより、遠隔地からでも、あたかも建設現場にいるような感覚で、同じ情報を共有しながらコミュニケーションや意思決定を行うことが可能となる。	※(ウェアラブルデバイスは利用していない)	映像(現場カメラ)	RICOH	RICOH ニュースリリース, https://jp.ricoh.com/release/2021/0624_1, (2023 年 3 月 29 日閲覧)

適用分野	サービス概要	利用 デバイス	利用データ	サービス提供 主体	出所
	FLACS (Field Labor Safety and Control System) スマートフォンとビーコンを用いた、工事現場の作業員管理システムであり、工事現場の動員人数、現在位置、業務進捗を正確に把握することが可能となる。	スマートフォン・ビーコン	位置情報(動線記録)	千代田化工建設株式会社	千代田化工建設株式会社 HP 経営現状報告(2020年5月8日), https://www.chiyodacorp.com/ir/2fd0892ee9f1ebd7fc1b0d04ce6786ff_3.pdf , (2023年3月29日閲覧)
	iField(現場情報集約・分析プラットフォーム) 管理すべき施設や設備、エリアと紐づく情報を地図や図面上で管理し、併せて人や車両、モノなどの現在地や状況を把握することで、スムーズな状況判断が可能となる。また、行動履歴や実施記録はデータとして保管することで、課題点の洗い出しや業務の健全性をチェックすることも可能となる。	スマートフォン	位置情報(動線記録)	MULTISOU P	MULTISOU HP, https://ifieldcloud.jp/products/indoor-location/ , (2023年3月29日閲覧)
	動線みまもりシステム 人とモノの位置をリアルタイムに追跡しモニタリングするシステムであり、作業員の生体情報・危険の通知・事故の予防、資材のリアルタイム把握・倉庫の先入先出管理、プロセスタイムチェック・ワーカー移動経路最適化や訪問者の追跡・出入り人数の計数が可能となる。	スマートフォン・ビーコン	位置情報(動線記録)	トリコ	トリコ HP, https://torico-ltd.co.jp/ja/product/solution/smartsensing.html , (2023年3月29日閲覧)
	GeoMation 作業員安全支援ソリューション プラント、土木・建築現場などの屋外では、作業員や重機の現在位置をスマートフォンのGPSで、工場、トンネルなど屋内ではBluetoothビーコンで位置を把握することで、安全管理責任者は作業員、重機の位置を屋外、屋内連続してリアルタイムに把握し、作業員の安全管理と万一の際の迅速な対応を支援することが可能となる。また、複数の作業員のスマートフォンへ任意のメッセージを一斉送信、危険エリアに進入した作業員に警告メッセージを表示することも可能となる。	スマートフォン・ビーコン	位置情報(動線記録)	日立ソリューションズ	日立ソリューションズ HP, https://www.hitachi-solutions.co.jp/geomation/sp/product/safety/?cid=mt_p_awskw_kwd-1968499556819_dv_c_cr_604016337106_sl_gp_59300424914_cm_748481661&ef_id=Y5BF5QAAAjvfvQN8:20230329064658:s , (2023年3月29日閲覧)

表 2-9 ウェアラブルデバイスを利用したサービス事例の調査結果(国内事例:健康管理)

適用分野	サービス概要	利用 デバイス	利用データ	サービス提供 主体	出所
健康管理	SAFEMO 安全見守りクラウドサービス リモート環境からリアルタイムに作業現場の状況を確認・作業員毎のしきい値を自動監視し、異常発見時はアラート情報が送信される。 これにより、作業者の体調管理・安全管理・熱中症対策・ロケーション管理が可能となる。	スマートウォッチ	バイタルデータ 位置情報(動線記録) 動作情報(加速度情報) 温度・湿度情報等	富士フィルムデジタルソリューションズ	富士フィルムデジタルソリューションズホームページ「SAFEMO 安全見守りクラウドサービス」, https://www.fujifilm.com/fbds/solution_service/iot , (2023 年 3 月 29 日閲覧)
	建設作業安全支援サービス 作業者に装着する複数センサーからの情報を収集し、可視化することで、体調不良等の予防や危険行動を把握し、それによって労働災害の抑止をめざすもの。	リストバンド型センサーデバイス	バイタルデータ 動作情報(加速度情報) 温度・湿度情報等	NTT 西日本	NTT 西日本ニュースリリース, https://www.ntt-west.co.jp/news/1708/170825b.html , (2023 年 3 月 29 日閲覧)
	名刺型ウェアラブルデバイスを活用した生産性向上 「名札型のウェアラブルデバイスで取得した行動データを、人工知能技術を活用して分析する実証実験を三菱東京 UFJ 銀行や日本航空にて実施した。業務中の身体の動きから、組織活性度、職員のコミュニケーション頻度、業務の継続時間等に関する行動データを計測し、組織活性度の測定や従業員満足度の向上等に役立てている。」(総務省,「平成 28 年版情報通信白書」図表 3-1-4-3 概要より引用)	名刺型デバイス	位置情報(動線記録) 動作情報(加速度情報) 活動時間データ	日立製作所	総務省,「平成 28 年版情報通信白書」, 図表 3-1-4-3

適用分野	サービス概要	利用 デバイス	利用データ	サービス提供 主体	出所
	バイタルセンシングバンド 「センサーを搭載したリストバンド型のデバイスで、クラウド上のセンサーアルゴリズムと連携させて使う。装着した人物の活動量やパルスに加えて、温度や湿度といった外部環境のデータを計測する。得られたデータをクラウド上で分析することで、熱ストレスレベルを把握し、アラームを通知することができる。また、端末に加わる急激な加速度・気圧の変化の把握により転倒を検知することもできる。建設現場などの過酷な環境で働く作業員の見守りに活用できる。」(総務省,「平成 28 年版情報通信白書」図表 3-1-4-3 概要より引用)	リストバンド型 デバイス	位置情報(動 線記録) 動作情報(加 速度情報) バイタルデー タ 温度・湿度情 報等	富士通	同上
	Mi Band 「79 元(約 1500 円)」という低価格が特徴的なリストバンド型のウェアラブルデバイスである。歩数、移動距離、消費カロリー、睡眠状態のモニタリング等、他の健康管理デバイスと同様の機能を備えている。また、Xiaomi 製のスマートフォンと組み合わせると、スマートフォンに近づくだけで自動的にロック画面を解除するように設定できる、バッテリーが 30 日と長期間持続するという利点もある。2015 年 11 月に、心拍計測機能が付加された上位機種である Mi Band Pulse が発売された。」(総務省,「平成 28 年版情報通信白書」図表 3-1-4-3 概要より引用)	リストバンド型 デバイス	バイタルデー タ	Xiaomi	同上

適用分野	サービス概要	利用 デバイス	利用データ	サービス提供 主体	出所
	PULSESENSEPS-500B 「腕時計型のウェアラブルデバイスであり、心拍、歩数、移動距離等を計測する。目標体重を設定することで、必要な 1 日の活動量を知らせてくれる。また、心拍から心理状態を分析することができ、いつ、どこで心理状態が高まっていたのか、記録を残すことができ、ストレス管理に役立つと考えられている。心身の健康管理を助けることで、労働参加率や生産性の向上等に寄与すると考えられる」(総務省,「平成 28 年版情報通信白書」図表 3-1-4-3 概要より引用)	腕時計型ウェアラブルデバイス	位置情報(動線記録) 動作情報(加速度情報) バイタルデータ	セイコーエプソン	同上
	Oscar Insurance 「Oscar 社は、ニューヨーク、ニュージャージーを中心に保険サービスを提供する企業で、フィットネスウェアラブルメーカーの Misfit と提携し、健康トラッキング端末プランを提供している。同プランでは、本人の健康状態に合わせた歩数目標が設定され、達成できると1ドル/日が付与される。年間上限 240 ドルまで付与される。」(総務省,「平成 28 年版情報通信白書」図表 3-1-4-3 概要より引用)	腕時計型ウェアラブルデバイス	動作情報(加速度情報) バイタルデータ	Oscar	同上
	バイタルチェッカー 「本技術は、作業従事者の体調を Web 上で管理するシステムで、従来は巡視時のコミュニケーションによる体調確認で対応していた。本技術の活用により体調に異常があった場合に作業従事者と管理者に警告が届くため、熱中症等のリスクを未然に防止でき、安全性の向上が図られる。」(NETIS アブストラクトより引用)	ウェアラブル端末(携帯型温湿度計と腕時計型心拍計)	バイタルデータ	株式会社 NIPPO 株式会社コモドソリューションズ	新技術情報提供システム(NETIS 登録番号 KT-210055-A), https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubsearch/searchresult?pageNumber=2 , (2023 年 3 月 29 日閲覧)

適用分野	サービス概要	利用 デバイス	利用データ	サービス提供 主体	出所
	熱中対策ウォッチ 「本技術は、熱中症の原因となる深部体温の上昇(熱ごもり)を検知する技術で、従来は現場監督者による声掛けで対応していた。本技術の活用により熱中症発症のリスクを事前に知ることが可能となり、作業現場における安全性の向上が図れる。」(NETIS アブストラクトより引用)	リストバンド型デバイス	バイタルデータ	Biodata Bank 株式会社	新技術情報提供システム(NETIS 登録番号 KT-200121-VE), https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubsearch/searchresult?pageNumber=2 , (2023 年 3 月 29 日閲覧)
	作業者みまもりサービス 「本技術は現場作業者の安全管理についてウェアラブルセンサーにより転倒検知や熱中症警報を発する技術であり、従来は作業者の自己申告や備え付け機器により対応していた。本技術の活用により遠隔地の管理者へのリアルタイムな通知が可能となり作業現場の安全性が向上する。」(NETIS アブストラクトより引用)	ウェアラブルセンサー	位置情報(動線記録) 動作情報(加速度情報) バイタルデータ	アイフォーコム・スマートエコロジー株式会社 株式会社中電工	新技術情報提供システム(NETIS 登録番号 KT-190033-A), https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubsearch/searchresult?pageNumber=2 , (2023 年 3 月 29 日閲覧)
	安全・健康管理システム 「本技術は、建設現場作業員の位置情報管理・健康管理を IoT でサポートする技術で、従来は、現場監督者による作業員の目視確認で対応していた。本技術の活用により、より客観的でリアルタイムな体調管理が可能となり、現場での重大事故発生頻度の軽減が図れる。」(NETIS アブストラクトより引用)	ウェアラブルセンサー	位置情報(動線記録) バイタルデータ	株式会社エヌ・ティ・ティピー・シーコミュニケーションズ	新技術情報提供システム(NETIS 登録番号 HK-190006-VE), https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubsearch/searchresult?pageNumber=2 , (2023 年 3 月 29 日閲覧)

表 2-10 ウェアラブルデバイスを利用したサービス事例の調査結果(海外事例)

適用分野	サービス概要	利用 デバイス	利用データ	サービス 提供主体	出所
現場作業管理	米国 GE Research は 2021 年 6 月、ウェアラブルな大気中の有害なガス検出用デバイス(CVCAD)を開発したと発表。	ウェアラブルセンサー	環境情報	GE Research	GE Research Newsroom press release, https://www.ge.com/research/newsroom/ge-research-developing-handheld-wearable-detector-give-first-responders-early-warning-0 , (2023 年 3 月 29 日閲覧)
	仏国エアバスは、アクセントチュアとの協力の下で航空機の組み立てラインで作業員にスマートグラスを装着させ、キャビンシートの取り付け作業の効率化を図った。手順書や図面などの情報を視界に表示し、音声認識などでコントロール可能。	スマートグラス	映像 音声	Accenture	Accenture - Case Studies, https://www.accenture.com/us-en/case-studies/aerospace-defense/airbus-wearable-technology , (2023 年 3 月 29 日閲覧)
	BMW ではスマートグラスを用いて、ビデオ通話により品質管理の効率向上を図った。	スマートグラス	映像 音声	BMW Group	BMW Group - Press, https://www.press.bmwgroup.com/canada/article/detail/T0196562EN/visual-inspection-with-memory-function:-bmw-group-tests-smart-eyewear-for-quality-assurance-in-production , (2023 年 3 月 29 日閲覧)
	オーストラリアの Rio Tinto は、モンゴルのオコトルゴイ鉱山でスマートグラスを導入している。尾鉱施設や機器の目視検査に役立てている。	スマートグラス	位置情報 映像 音声	VUZIX	VUZIX ニュースリリース, https://www.vuzix.com/blogs/vuzix-blog/how-mining-leaders-are-benefiting-from-smart-glasses-adoption?_pos=1&_sid=3008f61e7&_ss=r , (2023 年 3 月 29 日閲覧)
健康管理	チリの Codelco は、採掘作業員にウェアラブルデバイスを配布して、新型コロナウイルスの感染拡大を防止している。	スマートグラス、ヘルメット	位置情報	bnamericas	bnamericas, https://www.bnamericas.com/en/features/how-wearable-devices-are-helping-miners-during-the-pandemic , (2023 年 3 月 29 日閲覧)

3. 産業保安分野及び関連他分野を想定した便益調査(ニーズ調査)

3.1 ヒアリング先の一覧

産業保安分野及び関連他分野でのウェアラブルデバイスの活用を想定した便益調査(ニーズ調査)として、表 3-1 に示す団体、事業者を対象にヒアリング調査を行った。なお、本調査においては、様々な分野でのデジタルデバイスの活用状況や課題に関する意見を収集する目的から、複数の産業をヒアリング先として選定し、業界に深い知見を有する団体および、業界におけるリーディングカンパニーに対しヒアリングを実施した。また、デジタルデバイスによるサービス価値を最大化するビジネスモデルの創出等について意見を収集する目的から、製品安全・労働安全衛生分野にてデバイスサービスを提供している企業および保険事業者に対してもヒアリングを実施した。

表 3-1 ヒアリング調査の実施先一覧

ヒアリング先	概要
業界団体 A	プラント分野の業界団体
業界団体 B	プラント分野の業界団体
企業 C	建設事業者
企業 D	電力事業者
企業 E	AI サービス提供事業者
企業 F	AI サービス提供事業者
企業 G・業界団体 H	石油元売事業者・プラント分野の業界団体
企業 I	損害保険事業者
企業 J	建設・エンジニアリング事業者
企業 K	食品加工事業者

3.2 ヒアリングにおける意見等

3.2 節に示す団体、事業者に実施したヒアリング調査より、デジタルデバイスの活用事例が抽出されるとともに、デジタルデバイス活用のニーズ、サービス開発に係る意見が得られた。

A) 現在の活用動向

産業分野において、様々なデバイスを導入している事例が得られた。プラント分野ではスマートグラスやタブレット端末を用いた定期点検の実施事例やトラブル発生の可能性が予測される箇所に対して、防

爆カメラによる定点観測事例を確認した。また、電力分野ではスマートフォンの活用によるビデオ通話による遠隔業務指示や、内視鏡カメラ・サーモカメラ・Bluetooth 連携の振動センサーの読み取り等の機能による業務効率化の導入事例を確認した。建設現場ではスマートウォッチや VR を用いたデジタルデバイス活用の実証実験開始事例やスマートフォンとビーコンの組み合わせによる位置情報、健康情報等の把握事例を確認した。また、石油プラントではスマートウォッチ導入による定期点検や健康状態の管理事例、およびスマートフォンやタブレット端末を用いた定期点検の実施事例を確認した。

機能要件の観点からは、防爆エリア活用のためデバイスの防爆化を必須としている事業者もあれば、運用面の工夫・行政との調整により防爆機能を有さないデバイス使用の事例も確認された。

以下に、現在の活用動向に関して、ヒアリング調査を通じて得られた意見を示す。

(デバイス機器の活用事例)

- ・ 現状利用されている二大デバイスは、スマートグラスとタブレット端末。(導入の)効果については基本的に前向きな感想を聞く。効果があるため、高価だが防爆機器を使っているという声は聞いたことがある。少なくともやってみて無駄だったというようなネガティブな情報はない。(プラント分野)
- ・ カメラやアイトラッキングは、現在定常的かは分からないが、過去に試されていた。スマートグラスを活用しパトロールしてもらいアイトラッキングで視線を可視化、それにより新人とベテランのチェックポイントの差を見てパトロールのキーポイントを新人に伝授する、といった実証を行った。(プラント分野)
- ・ 実態として、スマートフォンの活用が進んでいる。導入時においては一部の発電所でスマートフォン導入実証を進め、有用だという状況が確認できたことから、全火力発電所での導入を決断した。水力発電所等でも現場とオンライン会議をつなぎ、遠隔指示等を行う等の話は伺っているため、火力発電所以外でも導入が進んでいる状況と推察する。他方、原子力発電所では核セキュリティの観点等から導入が困難であるのではないかと。(電力事業者)
- ・ 発電所では防爆区域が限られていることから、防爆機能の有無については導入時の障壁になり得なかった。一方で、防水機能を搭載しているデバイスを導入した。また、実運用としてガスを検知した際にはスマートフォンを用いない等、運用面で工夫している側面もある。(電力事業者)
- ・ タブレット導入も実証したが、実証結果からスマートフォンの機能で代替できるとの印象で、タブレット利用の促進には至らなかった。(電力事業者)
- ・ 現状は、デジタルデバイス活用の実証実験が始まった程度という認識。全国の現場に広く適用されているわけではなく、一部の先進的な現場で使われているのが現状である。実証しながら、全現場での展開に向けて検討している段階である。すでに我々の現場でも、カメラを用いた遠隔での現場モニタリングシステム自体は存在する。VR 空間を利用した現場の遠隔管理の実証は、その延長であるため展開はしやすいと考えている。(建設事業者)
- ・ ウェアラブルデバイスの導入を進めている。例えば、スマートウォッチを導入しパトロールルート/体調管理を通して、労災リスクを低減しようとしている。順次拡大をしており、交代勤務者の従業員に対して、取組みを進めている。本来的には弊社従業員というよりも、定修ではいられるワーカーのほうが、労災リスクが高いデータもあるため、今後は弊社従業員以外の方にも拡大して取

組みを実施していきたいと考えている。(石油元売事業者)

- ・ スマートウォッチだけではなく、タブレットやスマートフォンについても既にそれらは必要なものは導入済みである。例えばタブレットなどは防爆化したうえで、現場-事務所間のコミュニケーション推進をしている。また、手順書の電子化も既に実施している。スマートウォッチに関しては、地元行政との調整が済んでいるもの・範囲のみの限定的な対処であり、防爆仕様ではない。タブレットについては、労災リスク低減を一義的な目的として導入したというよりも、所内インフラ的な位置づけで導入したものであり、導入コストに対する便益評価はそこまで大きな問題とはならなかった。(石油元売事業者)
- ・ ビーコンとスマホを用いて、現場の作業員のリアルタイム位置取得(GPS)、入退域管理を行っている。既に国内、海外での様々な実証を経て、現在海外で弊社が建設中のプラントで導入&利用中である。(建設・エンジニアリング事業者)
- ・ 体感として食品工場はデバイス活用が遅れているものの、生産性向上の視点ではいくつか取組みの必要性が認識されている。例としては、動線の最適化のための位置情報の取得や、工場の点検や監査におけるスマートグラスを用いた遠隔化が挙げられる。一方で、バイタル情報や加速度などについてのデータ取得は行われていない。食品工場では、主にカメラでの監視が行われている。事故の振り返りと監視においてカメラは有効であるが、労災の予防措置、作業員の異常の即時把握という観点での活用は難しい。(食品加工事業者)

(デバイスの活用方法/メリット)

- ・ スマートグラスを用いた点検時の計器類チェックを実施している。作業点検者は、リアルタイムで計器類の情報を伝達することで、作業指示者や熟練者の指示や意見をその場で即座に確認できる。タブレットに関連資料類を保存しておくことにより、作業現場に持ち運べる情報量が多くなり、指示内容の再確認や配管レイアウト図・個々の機器情報に加え、それらの点検経緯や故障履歴等に、多様な情報・データの確認に用いられている。(プラント分野)
- ・ 過去の重大な事故やトラブルの発生箇所や経験から、トラブル発生の可能性が予測される箇所に対して、防爆カメラによる定点観測を行っている。防爆エリア内のかかる箇所の定点観測を非防爆エリアから望遠で行うという検討も一部でされている。定点カメラの設置意義は、現場作業要員の安全対策や要員不足という課題とも関連する。プラント内の定期的点検や計器類のチェックを、定点カメラでの常時観測によりカバーできれば、現場作業の効率化面でのメリットも大きい。(プラント分野)
- ・ 一般的な化学プラントではパトロール業務が主であり、それ以外のプラントとは業務内容でも差が出てくる。ただ、基本的にはスマホやタブレットは今後も活用されていくべきとは思っている。プラント全体に共通する課題は人材不足による技術伝承であり、そこに今ある技術をどう活用しに行くか考えなくてはいけない。昔は、定常業務においても手にボールペンで数字を書くような不便さがあり、それが今では機械化され便利になった側面もある。そういった、現状の不便さの解消に向かえば良いのではないか。(プラント分野)
- ・ スマートフォンを全火力発電所に配備したことで PHS とデジカメの利用から置き換わる形で利

用を進めている。現場をスマートフォンで撮影した写真が、ストレージに自動保存する形で一括管理できる。また、現場作業時にオンライン会議をつなぎ、遠隔で指示等を行っている。(電力事業者)

- ・ (スマートフォン利用に際し、)自社でアプリ開発を進めてはならず、業務に使える汎用性アプリを利用している。具体的には、クラウドカメラや内視鏡カメラ、サーモカメラ、Bluetooth 連携の振動センサーの読み取り等の機能を実導入している。(電力事業者)
- ・ デジタル化によって、作業前の朝礼を省く現場が多い。朝 7 時半くらいの休憩所において、大きなモニターで注意事項や作業内容を映像と音声で表すといった取組みがある。労災リスクに関しては、今までイラストや紙ベースで周知されていたものを動画で周知することも増えており、より危険の周知に役立っている。また、VRの導入も検討されている。現場のデジタル化は急速に進んでおり、データの扱いには現場の人間は慣れてきているため、管理にあたっての抵抗感は少ないのではないかと。(建設事業者)
- ・ デジタルデバイスの活用に際し、個人情報の課題はある。一方で、導入済みのビーコンとスマホを用いたサービスでは個人情報が取得されない(どのデバイスを誰が持っているかは導入先(下請け企業)の人事等のみであり、元請け企業では把握しておらず、センサーが判別した個人認証パターンでのみ管理している。センサーを交換しても、既にいずれかのヒアラブルセンサーで判別した個人認証パターンデータは不変であり、個人特定に繋がる)システムを採用している。取得すべきデータの適切な取捨選択が必要である。体調管理等は個人との紐づけが重要になるが、プラントの安全という観点では、人により必要有無が変わる/優劣をつけるべきものではなく公平であるので、個人情報取得の必要性はないと認識している。但し、各プラントエリアや各作業内容により、そこで作業する人へのリスクは大きく変化するため、エリア入出の管理が必須であり、本システムは本趣旨に合致している。(建設・エンジニアリング事業者)
- ・ デバイス活用においては、これまで作業員の QOL よりも生産性向上を重視した施策が優先されている。従業員の安全管理に関しては、一人作業を禁止するといった、ルールを厳しく設定することで対応している。(食品加工事業者)

B) デバイス活用のニーズ/サービスへの期待

各産業分野において、様々なニーズやサービスを期待する意見が得られた。デバイスの軽量化・コストダウン、業務生産性向上、健康管理・作業員行動把握による労災リスク低減、ウェアラブルデバイス導入によるインセンティブ付与(例:保険料低減)等のニーズがあり、特に労災リスク低減に資するサービス展開への期待があることを確認した。

一方で導入課題の観点からは、費用対効果、現状の業務オペレーションの変更、デバイス管理、得られる情報の管理、ウェアラブルデバイス装着人員管理等を懸念する意見があった。

以下に、デバイス活用のニーズ/サービスへの期待に関して、ヒアリング調査を通じて得られた意見を示す。

(デバイス機器に対するニーズ)

- ・ 現行法令上は、防爆エリアにおいて非防爆機器は利用できない。重量増や高価格というデメリット

トを差し置いても、防爆デバイスには必要がある。さらに防爆性能・軽さ・安さを備えたものがあれば確実に需要は拡大すると思われる。(プラント分野)

- ・ 一般的な化学プラントではパトロール業務が主であり、それ以外のプラントとは業務内容でも差が出てくる。ただ、基本的にはスマホやタブレットは今後も活用されていくべき。プラント全体に共通する課題は人材不足による技術伝承であり、そこに今ある技術をどう活用しに行くか考えなくてはいけない。昔は、定常業務においても手にボールペンで数字を書くような不便さがあったが今では機械化され便利になった側面もある。そういった現状の不便さの解消に向かえば良いのではないか。(プラント分野)
- ・ スマートグラスを用いた、遠隔からの指導は生産性向上に寄与する観点から、今後の保守点検業務等に導入価値があるという印象である。(電力事業者)
- ・ デバイスだと、入構される人数・規模で費用が変わりえることを踏まえ、例えば入構管理であれば、ウェアラブルデバイスではなく、AI を利用した画像管理のほうが適切であるとも考えている。現状、そういうものを先んじて導入している企業もなく、また、画像データのやり取りを優先にしまうと、多大な設備投資になるので、無線など適切な方法の採用が必要。(石油元売事業者)
- ・ 他の機能・サービスとしては、労災リスク低減に加え、入退域管理を、RFID タグと組み合わせさせてやっていけないかと考えている。(石油元売事業者)
- ・ ヒアラブルデバイスの利点は、他のウェアラブルデバイスと異なり着用中は生体情報を基に継続して個人認証を行えるというところ。音声認識を行う際、一般マイクでの音声収集の場合、マイクとの距離が変化することで認識率低下が課題だが、ヒアラブルセンサーの場合は、頭に装着することでの一定距離を保てることでの認識率が高くなるのが非常に有効であり魅力であると考えている。ヒアラブルデバイスの活用においては、人の集中力の欠如を検知するなどがあり得るのではないか。画像・行動把握・体温等からそうした情報を取得し、作業員の状態把握に努めるような活用方法が望ましいのではないか。(建設・エンジニアリング事業者)
- ・ プラント内部など GPS が遮断される環境では、周りの画像と(プラント)3D モデル等を用いた作業員の位置取得等が有効であると考えられる。一方で、この手法は開発段階であり、まだ実証に至っていない。しかし GPS が届かないあらゆる構造物の中で、今後、リアルとバーチャルを一致させるために必須な、『視点』位置を特定する為の基盤技術となると考えている。(建設・エンジニアリング事業者)
- ・ 食品工場はどうしても人が多くなるため、QOL や労働安全という面では、ある程度のカメラによる監視システムが既に導入されている。業務負荷の平準化は、現場での不公平感からニーズがあるかもしれない。個人毎の業務負荷が数字で判断できれば役立つ。また、外国人労働者が増加していることを背景として、労働者の業務管理のニーズがある。(食品加工事業者)
- ・ 冷凍庫内の作業や高温下での作業等、身体への負荷が大きい作業がある。そういった場面での体温管理や二酸化炭素濃度の把握などでウェアラブルデバイスのニーズがあるかもしれない。また、作業における危険箇所として、熱湯槽や冷却設備などが挙げられる。現状では、危険箇所での作業は有資格者のみとすることで安全管理を行っているが、リアルタイムな監視に基づいた歯止め機能として、ウェアラブルデバイスのニーズがあるかもしれない。(食品加工事業者)

(デバイス機器機能を用いたサービスへの期待)

- ・ スマートデバイスの導入メリットは大きく分けて二点あり、①点検作業の内容や従業員の位置情報チェックによる保安体制の強化、②バイタル情報の獲得による従業員の現場作業中における体調把握(万一、体調不良や事故で倒れた場合の確認等も含む)である。特に②に関し、スマートグラスやスマートフォンでカバーしきれない情報のニーズは一定数あるように感じる。(プラント分野)
- ・ 新規サービス内容について、労災は重要なポイントであると感じる。重大保安事故は減少傾向であるが、重大労災や労災件数自体の減少が難しいのが現状である。特に最近、死亡労災では、事故後の検証でも原因が本人以外分らないようなケースもあったので、かような場合の事故原因が検証可能な情報やデータを取得するニーズがあると感じる。(プラント分野)
- ・ 大定修は数カ月、小さな定修は数週間であり、その期間内で特定の人間のデータを取ったとしても、属人的なデータから改善策を提案することはなかなか難しいと考えられる。一般化するためには大量のデータが必要であり、例えば各社の定修データを総括して解析するなどが考えられる。各社のデータを集めて利用するような、企業の枠を超えた連携が必要なのではないか。(プラント分野)
- ・ 災害時の安否確認という視点においては、一定のニーズはありそうだが、あくまで非常事態に特化したサービスとなるため、個別検討が必要と感じる。(プラント分野)
- ・ 作業員の QOL 向上に関し、特に負荷の平準化や可視化といった観点は今まで弊協会内では議論されていない一方でニーズはあると感じる。(プラント分野)
- ・ 健康管理サービスの構築は、疲労感や心拍数のデータが必要であることを考えると、使えるデバイスは限られるが労働災害の低減に役立つのではないかと考える。また、実際に委託先や外注先はさらに高齢化が進みがちであるという感想を持っている。(プラント分野)
- ・ 夏にかけて熱中症が発生する。この予防は社内での大きなテーマである。熱中症対策に特化するとニーズがあるのではないかと考える。(建設事業者)
- ・ 入退室管理は非常に有効と考える。また建機等に対する危険警告システム自体はあるが、ウェアラブルデバイスを用いるというのはその精度が上がりそうである。(建設事業者)
- ・ 映像で危険を検知、管理するシステム自体はあるものの、より詳細な分析から警告ができるのであれば、ウェアラブルデバイスの活用にも可能性を感じる。(建設事業者)
- ・ 建設現場ではいろいろな保険が必要である。保険が経費に占める影響は少なくない。ウェアラブルデバイスでその点が抑えられるのであればニーズがある。一方、ウェアラブルデバイスによる労働災害の減少を数値的に示せなければ実証まで進めることが難しいと感じる。(建設事業者)
- ・ 油分の付着による床面のすべりやすさにより、食品工場内では転倒事故も発生している。対策として、カメラによる監視を通じた分析も試みとしてはあったが、精緻な分析は難しかった。加速度センサーなどの効果には期待できそうである。(食品加工事業者)

(デバイス機器機能利用における今後の課題)

- ・ プラントごとに必要な固有の経験値があり、それを学習できて初めて AI が役立つと考えている。

そういった意味で人間に対しても、決められた手順書に則って作業を行うのみならず、オペレーションしながらのプラントがどのようなシステム(シーケンス)で動いているかの実務理解が必要であり、技能を得るのは改めて大変だと感じる。オペレーションのみできるオペレータとシーケンスも組めるオペレータとに分かれていると思うが、今後はその両者の間に AI に判断させるようなデータサイエンティストがいないとプラント運転に課題が生じる可能性がある。(プラント分野)

- ・ スマートウォッチについては議論が進んでいない。健康管理等に使用できるとは認識しているが、得られるバイタル情報の信頼性もわからず、その情報を業務にどうつなげるか、といったところがなかなか見えない状況である。現状では費用対効果の観点から導入説明がつかないと考える。例えば、熱中症のアラートを確実に発出するようなスマートウォッチ等のデバイスであれば、導入を検討する余地がある。併せて、健康管理面での利用は、ユーザーインターフェース等の観点からも利用が進まないのではないかと懸念もある状況である。(電力事業者)
- ・ 存在するツールから業務に導入するという形ではなく、どういう課題があって、どういう業務にしたい、という観点からデジタルデバイス、ウェアラブルデバイス導入の判断を行っている状況である。あくまでも課題が先行で、解決策としてデバイスを用いるといった形のため、おのずと利用できるツールは限られているという状況である。(電力事業者)
- ・ 作業員の入れ替わりが激しいとデバイスやデータの管理が難しい点、また長期的なデータが取れない点が活用のネックになると考えられる。この点に関しては、現場ごとの問題というわけではなく、一つの現場でも長期的に関わる人とそうでない人がいるため、対応策を検討する必要がある。(建設事業者)
- ・ 人の体に付けさせることを強制することは難しく、特に社外の人員に装着いただく場合には、十分な納得感が必要になる。(建設事業者)
- ・ デバイスのコスト感は把握していないが、基本的にスケールメリットが必要であることと、加えて管理する人員が必要であることが課題と思われる。仮にこのウェアラブルデバイスの話がすすんだとき、紛失や無断貸与などに対応する管理者が誰になるのか、ということは必ず問題になる。また、作業員の入れ替わりの激しさは共通の課題であり、そこを検討しなければいけない。(建設事業者)
- ・ 業務効率化に関する分析が可能かどうかはわからない。過去の取組み例として、位置情報を用いたアラート通知や IoT センサーによる通知機能など、データから直接的にアラートを投げるといった活用はある。誤操作や異常の検知に関しては可能性があるとは思うものの、バイタルデータからそこまでの情報が得られるかは疑問である。(AI サービス提供事業者)
- ・ 大手企業でデバイスの採用事例はあるが、セキュリティ面での情報流出対策やノウハウなどのシェアがなされていないことが推進のハードルになっている。(AI サービス提供事業者)
- ・ 開発したチェックリストの有用性は、各企業との対話から期待されている。展開のコスト面が課題であり、導入の補助金等が必要ではないか。(AI サービス提供事業者)
- ・ 数千人単位で所外からワーカーが入るためそれに対応できないということ、また従業員の健康管理は情報管理という観点で、社外をまたぐのであれば契約等に織り込む必要があると考えている。元請とは直接契約を結んで対応できるかもしれないが、2 次、3 次請の企業さんとの契約関係をどう考えるかが難しいところ。(石油元売事業者)

- ・ ウェアラブルデバイス等を入れて労災リスクを減らすというのは目指す姿ではあるが、正直費用対効果が見えにくいというところも課題のひとつ。(石油元売事業者)
- ・ スマートウォッチを着用できる範囲が限定的ということもあり、プラントの運転員が現在スマートウォッチを付けているにとどまっている。地元行政と実績を調整しながら、検討を進める必要がある。現在の保安レベルが維持されている前提として、スマートウォッチについては、防爆仕様は不要という認識。(石油元売事業者)
- ・ ヒアブルデバイスなどが有効になると思うが、モバイル機器の防爆エリア対応など、現実的には課題が多い。また、現プラント操業データ収集&分析において、プラント制御監視システムからの運転データは既に活用可能であり、これでプラント現場のデータはほぼ網羅したと誤解されている感が、プラント業界全体にある。しかし将来プラントにおける自律運転を目指す為には、オペレータ(現場&中央制御室ボードオペレータ)周りのデータが欠落していることが、これまでの弊社によるプラントへの AI 技術活用経験により判明しており、今後プラントのみならずあらゆる生産現場において大きな課題となってくると考える。オペレータ周りのデータとは、弁の操作等の現場での手動操作記録のみならず、五感をフル活用して何を感じ取り、そこから何をどう判断したか?ということ。それを現場とボードオペレータ間でのやりとりで行っており、貴重なデータである。具体的には、リアルタイムでの人の動きやバイタルデータ、音声等のデータが現状は取得できていない。ウェアラブルデバイス活用には、バイタルデータ等の情報取得が必須となる。リアルタイムでのこうした情報取得が、活用の上で重要になる。(建設・エンジニアリング事業者)
- ・ デバイスのコスト感について、ビーコンは、多量での使用による製造コストをおさえており、現状ではヒアブルデバイスやウェアラブルデバイスと比較し一桁くらい価格のオーダーが低い。また WIFI 設備やゲート管理システムとのコスト比較がなされるが、機能のみならずコスト的にも大きな優位性がある。今後のプラントや産業分野でのデバイス活用においてはデバイスおよび関連システムを含めた更なる価格低下が望まれる。(建設・エンジニアリング事業者)
- ・ 工場の人数規模感は、少なくて 50 人程度から多くて 2,000 人程度である。これらの人員にデバイスを供給する必要がある。また、工場は僻地にあることが多いため、デジタルデバイス活用のためには、電波状況の整備が課題となる。(食品加工事業者)

C) サービス開発/展開方法

今後のサービス展開方法として考えられる、サービスとデジタルデバイスの連携として、保険との連携(導入メリットの一要素としての保険料減額、約定履行費用保険との福利厚生的なサービス開発)、行政と連携するビジネスモデル(ウェアラブルデバイス導入により、消防通報の簡易化、消防申請の簡略化)建設現場におけるデータ集約システムとの連携、ヒヤリハット KY との連携、障がい者雇用補助サービスへの展開等の意見が得られた。

また、デバイスサービスの採用にあたっては作業員の支援、健康・安全(労働安全)の支援、知識・ノウハウのビックデータの収集等の用途別に導入するデバイスの選択、マーケットの選択等を行う必要があるとの意見が得られた。

以下に、サービス開発/展開方法に関して、ヒアリング調査を通じて得られた意見を示す。

(既存サービスとデジタルデバイスの連携事例)

- ・ 保険にデバイスを付属する例として、既存サービスとしてはドライブレコーダーの例がある。従来の自動車保険にドライブレコーダーを付加した特約を設けている。デバイス利用が事故の減少、示談交渉の工数削減につながるという説明性がある。既存のドライブレコーダーを用いたサービスに関しては、メリットを 2 つに分割して捉えていた。①事故率を下げて保険料率を下げる②示談交渉の際にトラブル率が下がり工数削減につながる、という 2 点である。(損害保険事業者)
- ・ 建設キャリアアップシステムというものが存在する。作業員の経験などデータを集約する仕組みである。国交省がポータルサイトを作っている。技能者一人一人の経験に応じた給与を与えるべきではないか、技能を踏まえて人材を集められるのではないかとという観点でできている。様々な取得資格の情報を紙ベースで管理することは煩わしいと感じる人が多いはずなので、それを一元管理するべきといった観点で運営されている。このシステムと連携してウェアラブルデバイスが活用できるのではないかと。(建設事業者)

(サービスとデジタルデバイスの連携における課題)

- ・ ウェアラブルデバイスを活用した保険サービスとの連携は、従前のアンダーライティング(引受条件、保険金額、保険料率等の検討・決定等)に加え、当該デバイスによって、発生事象をどの程度の確率で検知できるか、といった当該デバイスの第三者性を担保した性能評価・検証が必要である。(損害保険事業者)
- ・ 一般的に評価・検証の時間スケールとして、少なくとも一年間程度を想定している。行政も踏み込んだ形で、当該デバイス・ソリューションの活用推進・評価などがあると期間短縮にはなりうる可能性はある。一方で、技術検証時点での費用負担(検証期間中の費用は誰が負担するのか?)がネックになりそうである。(損害保険事業者)
- ・ 保険会社としても当該領域で一定のマネタイズが期待しうることが確認できなければ、保険会社として積極的にデバイス導入効果の実証をすることは難しいのではないかと。(損害保険事業者)
- ・ デバイス導入に際し、装着方法や利用マニュアルを明確に定めなくては効果が保証できない。これらの整備・運用は実務上の観点で導入ハードルとなる。(損害保険事業者)

(今後のサービス展開方法として考えられる、サービスとデジタルデバイスの連携)

- ・ 保険会社としては、ウェアラブルデバイスの性能評価結果(健康状態の異常検知精度など)が外部ベンダー(第三者機関)等から提供されると検討を進めやすい。(損害保険事業者)
- ・ 保険会社として、ウェアラブルデバイスによって労災の原因把握が容易になった場合、労災事故の削減に向けたロスプリベーションの開発、保険料率の細分化などの効果が期待できうる。(損害保険事業者)
- ・ ウェアラブルデバイスによって、労災に関するハザードを事前検知できるというのはメリットであり、デバイス導入について定性的な納得感はある。一方で、コスト増加を定量的に考えたとき、一般的には保険料の低減よりデバイスのコスト増加による影響が勝ってしまい、デバイス活用によ

るメリットが、保険料の低減以外にあった上でないと事業者側への導入は現実的に難しいのではないかと。(損害保険事業者)

- ・ バイタルデータを基にした健康状態へのアラートを出すことを考えたとき、労災事故は防げたとしても実際に受診しないと健康状態の改善にはならないケースもある。保険料率の削減を考えた際に、早期受診を後押しするための、先だった受診料の補償などが必要になってくるのではないかと。(損害保険事業者)
- ・ 損害や設備保険との組み合わせに関しては、利用環境・設置場所の制限などの観点で設備への取り付けが可能なデバイスが限定的になりうることや、設備の個別性が高いことがネックとなる。個別の設備やシステムへの事前調査が必要となる以上、バルクで性能を評価できない点が悩ましい。一般性の高いデバイスの提供を考える必要がある。(損害保険事業者)
- ・ 約定履行費用保険(例:事業者が従業員との間で何かしらの約定をしている場合、その約定を履行することによって事業者が負担する費用(損害)を保険金として支払う保険)との連携は考えられる。例えば、企業の福利厚生として、デバイスからアラートが出た場合に従業員が通院できるという約定を定めて、それに対して保険を支払うといったことが考えられる。これは、事業者毎に保険を個別に設計することになるため、サービス化しやすいかもしれない。(損害保険事業者)
- ・ 現状取組んでいる事業として、聴覚障害を持たれている方にスマートフォンやスマートウォッチを用いた通知を送るというサービスがあり、労働現場においても、避難誘導情報や機械の異常検知についてこういったサービスが活用できる可能性がある。(AI サービス提供事業者)
- ・ 自社の取組みとして、作業現場の安全レベル評価や診断を行っている。これは、作業員へのスマートフォンを活用したチェックリストの送付、回答の収集とヒヤリハットの収集という 3 機能を「危険予知活動(KY 活動)」に役立てている。これは、客観的なセンシングではなく人由来の感情情報を頼りにしている。こういった情報を収集し伝承することについて PoC 事業において検証中である。(AI サービス提供事業者)
- ・ 労働安全マネジメントのサービスとデジタルデバイスの数値データとの連携可能性はあり、相性も良いと予想される。また当システムは将来的にはウェアラブルデバイスとの連携によるビジネスモデルを構想している。例えばウォッチ型デバイスでは、作業員に一問一答のチェックリストを作業前に送付する。このサービスの診断結果から、改善指導や安全コンサルティングなどのビジネスモデル創出が考えられる。(AI サービス提供事業者)
- ・ 例えば人材サービス分野において外国人労働者の言語の壁によるストレスの解消や、機械メーカーにおいて現場の意見より今後のより良い開発環境を探ることにもつながると考える。(AI サービス提供事業者)
- ・ ウェアラブルデバイスに、例えば自社の持つシステムを導入することによる一体型サービスの展開も考えられる。現場のビッグデータ収集によるプラットフォームとしての立場の創出も考えられる。(AI サービス提供事業者)
- ・ 行政と連携するビジネスモデルがあってもよいと思った。例えばあるウェアラブルデバイスを導入しその情報を提供することにより、関係行政に関する申請費用を軽減できるなど。また、保安行政と連携することでデジタルデバイスが危険物取扱事業所で活用しやすくなるなど事業所として

メリットを享受できる仕組みがあると、事業所保安担当者の視点からはありがたいのではない
か。(石油元売事業者)

- ・ デバイスの採用目的は、①人の作業を支援、②健康・安全(労働安全)の支援、③ベテラン作業員の五感による情報収集と知識・ノウハウから総合判断をするまでのビックデータの収集&AI分析が可能(ベテランノウハウの形式知化/システム化/知識の伝承に繋がる)、が考えられる。目的別に導入するデバイスの選択、マーケットの選択等を行う必要がある。(建設・エンジニアリング事業者)
- ・ ウェアラブルデバイス活用が進んでいないというのは、例えば他のデジタル媒体(AI センサー等)で代替が可能なため、必要性がないと判断されるケースがあるのではないか。デジタル化を検討するまえに、安全教育の徹底といった対処が必要である。(建設・エンジニアリング事業者)

4. 魅力的かつ汎用的なウェアラブルデバイスのサービス機能・仕様の検討

4.1 ウェアラブルデバイスによる機能・サービスの検討

図 4-1 のように、ウェアラブルデバイスの活用によって提供可能な機能・サービスによる便益を 5 つに分類した。

ウェアラブルデバイスの活用(人のデジタル化)を促進するためには、「導入判断を行う経営層」に対する導入メリットの訴求とともに、「装着する人(作業員等)」に対しても、自らの動向やバイタル情報等を収集、管理されることへの心理的抵抗感を緩和するようなメリットの訴求が必要と考えられる。

「導入判断を行う経営層」は、ウェアラブルデバイスの活用によって提供可能な機能・サービスによる便益の全てに対して課題意識があると考えられる。事業の利益創出に直結する生産性向上や稼働停止の低減に関心があると考えられるが、ヒアリング調査においては、労災リスクの低減に資するサービスに期待する意見も複数あった。

一方で、「装着する人(作業員等)」の関心は、自らの身体に関わる「事業リスクの低減(労災リスクの低減・作業員の保護責任)」、「作業員の QOL 向上」にあると考えられる。

ウェアラブルデバイスによるサービスの提供は既に様々な企業において行われているが、より導入を促進するためには「導入判断を行う経営層」と「装着する人(作業員等)」の双方に対して複数の便益を訴求することが重要と考えられる。

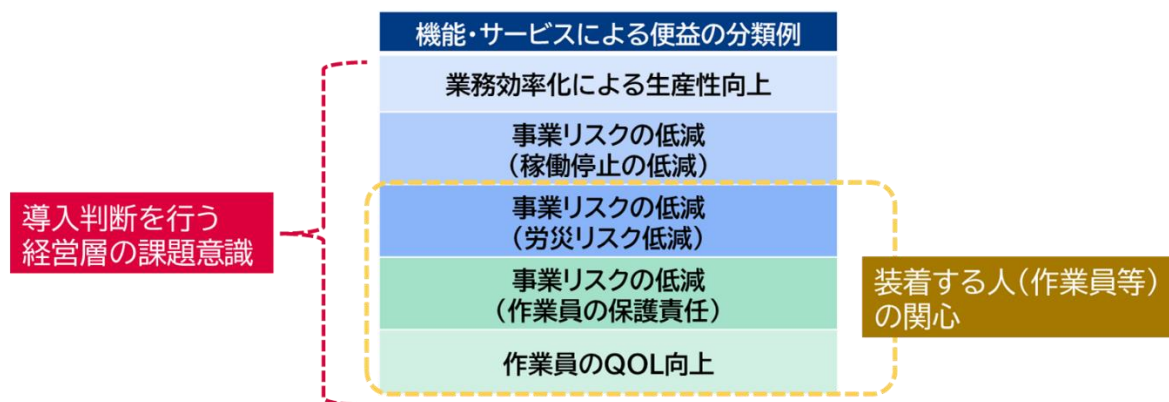


図 4-1 ウェアラブルデバイス導入による便益の分類例

本調査では、ヒアリング調査において労災リスクの低減に資するサービスに期待する意見が複数あったことや、労災リスクの低減が「導入判断を行う経営層」と「装着する人(作業員等)」の双方に対する訴求ポイントであることを踏まえて、人体に密着することで位置情報だけでなく「脈・血圧・体温等のバイタル情報」を取得可能なウェアラブルデバイスとして、リストバンド型デバイスであるスマートウォッチに注目した。このデバイス活用によって提供可能かつニーズがあると考えられる機能・サービスを、文献調査やヒアリング調査の結果から検討・整理した。なお、機能・サービスは適用分野を特定せず、プラントや発電所をはじめ、建設現場、工場、農林水産業等の幅広い分野で適用可能なものとした。

4.1.1 ウェアラブルデバイスの導入における共通的な課題・留意点

ウェアラブルデバイスの導入にあたっては、提供する機能・サービスの内容によらず、以下のような共通的な課題・留意点があると考えられる。

- 導入に係るデバイスのコスト

現場作業員の人数分のデバイスを準備し、多くのデータを取得、分析することが効果的と考えられる。特に、「脈・血圧・体温等のバイタル情報」の活用にあたっては、作業員が個別のデバイスを身に着けることが望ましい。そのため、導入に係るコストが増加する場合がある。また、例えばプラント保安や建設分野においては、短期間に大人数(例えば千人規模)が現場で業務にあたる場合があり、導入コストの観点で全員がデバイスを装着することが困難な可能性がある。また、防爆仕様のデバイスが必要な場合、コストの増加(例えば1桁程度の差額)が生じると考えられる。

- デバイスの管理

特に、短期間で人員の入替えが激しい現場業務(例：プラントにおける定期修繕や建設現場等)を想定した場合、デバイスの管理が煩雑化する可能性がある。

- デバイス装着に対する納得感の醸成

装着する人(作業員等)にとって、個人の行動やバイタル情報等を取得・管理されることに対して心理的な抵抗感が生じることが想定される。これは、情報管理の説明や「事業リスクの低減(労災リスクの低減・社会的責任の履行)」、「作業員のQOL向上」といった目的の説明によって納得感を得ることは可能と考えられる。一方で、短期間で人員の入替えが激しい現場業務(例：プラントにおける定期修繕や建設現場等)を想定した場合、一人ひとりへの説明・納得感の醸成が煩雑化する可能性がある。

4.1.2 業務効率化による生産性向上に資する機能・サービスの整理

ウェアラブルデバイスのうち、特にスマートウォッチによって提供可能と考えられる「業務効率化による生産性向上」に資する具体的な機能・サービスを、文献調査やヒアリング調査の結果から検討・整理した。表 4-1 に検討・整理結果を示す。なお、「業務効率化による生産性向上」以外の便益も付加可能と考えられる機能・サービスには★印を付けている。「業務効率化による生産性向上」以外の便益については、4.1.4、4.1.6 に記載する。

生産性向上に資する機能・サービスとして、「現場作業に伴う行動の可視化・改善」や「業務環境(活動阻害要因となる温度・騒音等)の可視化・改善」が考えられる。これらは、ウェアラブルデバイス以外のカメラや温度計等によっても実現することが可能である。特に、「業務環境(活動阻害要因となる温度・騒音等)の可視化・改善」は、従来の環境センサーを現場に設置したり、定期的に巡回してモニタリングしたりすることで、より精度の高い分析が可能と考えられる。しかし、ウェアラブルデバイスの活用によって、作業員の行動範囲、行動時間の全域をカバーしたサービス提供が可能である。

これらの機能・サービスは、オフラインで取得情報を分析、可視化して、改善策を導入事業場に提案することで価値が生まれるものである。そのため、短期間業務への適用は難しい場合があると考えられる。その他、課題・留意点として機能・サービスの効果を事前に定量的に示すことが難しいことが挙げられる。

表 4-1 ウェアラブルデバイスによる機能・サービス:業務効率化による生産性向上

機能・サービス (★1、★2 は以降にサービスイメージ図を記載)		位置 情報	位置以外の 取得情報	オフライン 分析・検討	ウェアラブル以外のデバイスでの 実現性	ウェアラブルデバイスの活用 イメージ	活用による効果	ウェアラブルデバイスでの機能・サービス提供における課題・留意点 【長期間業務】	ウェアラブルデバイスでの機能・サービス提供における課題・留意点 【短期間業務】
業務効率化による生産性向上	入域・退域管理	○			IC カード+ゲート	・ ゲートを必要とせず、位置情報によって入・退域を管理。	・ ゲートでの誤操作による管理データの欠落の防止		
	現場作業に伴う行動の可視化・改善(★1)	○	加 速 度・ジャイロ	○	現場に設置する監視カメラ・画像分析(限定的なエリアへの適用となる場合あり)	・ 作業に伴う移動経路や行動(物品の移動、高所作業、待機など)の履歴を可視化・分析し、作業動線や作業順序等を最適化する。	・ 作業時間の削減 ・ 人員配置の最適化	・ 作業時間の削減、人員配置の最適化の効果の度合いを事前に定量的に示すことが難しい。	・ 同左 ・ 業務期間内に分析による最適化まで行うことが難しい。
	業務環境(活動阻害要因となる温度・騒音等)の可視化・改善(★2)	○	音声/脈・血圧・体温等バイタル情報	○	温度計、湿度計、騒音計	・ 作業場所毎で取得する体温・音声データから、活動阻害要因となる温度・騒音等を可視化・分析し、環境の改善・対策を行う。	・ 作業時間の削減	・ 業務環境の改善効果の最適化の効果の度合いを事前に定量的に示すことが難しい。 ・ 温度計、湿度計、騒音計で取得するデータの方が、精度が高い。	・ 同左 ・ 務期間内に分析による最適化まで行うことが難しい。

4.1.3 事業リスクの低減(稼働停止の低減)に資する機能・サービスの整理

ウェアラブルデバイスのうち、特にスマートウォッチによって提供可能と考えられる、「事業リスクの低減(稼働停止の低減)」に資する具体的な機能・サービスを、文献調査やヒアリング調査の結果から検討・整理した。表 4-2 に検討・整理結果を示す。なお、「事業リスクの低減(稼働停止の低減)」以外の便益も付加可能と考えられる機能・サービスには☆印を付けている。「事業リスクの低減(稼働停止の低減)」以外の便益については、4.1.4、4.1.6 に記載する。

作業員の区域外立入りや建機等との接触は、業務の停止につながる。そのため、これらを防止可能な「予定外区域・危険区域等立入りの警告発出」、「建機、動作範囲の広い装置、ロボット等の近接時の警告発出」機能・サービスはニーズがあると考えられる。例えば、建機等との近接の防止の機能をもつ既存サービスは存在しており⁸、汎用型のスマートウォッチに対して同様の機能を付加することができると考えられる。位置情報は、設備側に設置したビーコン等を活用し精度を向上させることも可能と考えられる⁹。

作業員の誤操作や確認漏れは、設備の損傷による稼働停止につながる可能性がある。稼働停止の防止の観点では、誤操作や確認漏れが発生しやすい設備や誤操作による業務への影響が大きい設備等の注意情報を、現場にて音声等で知らせる機能・サービスが考えられる。また、作業員の疲労の蓄積、健康状態の悪化によるヒューマンエラーの危険性を音声等で警告する機能・サービスも考えられる。「作業員の疲労・健康状態に基づく警告発出」の既存サービスは複数存在しており、汎用型のスマートウォッチに対して同様の機能を付加することもできると考えられる。

課題・留意点として、機能・サービスの効果を事前に定量的に示すことが難しいことが挙げられる。

⁸ (出所)株式会社日立ソリューションズ HP 「GeoMation 作業員安全支援ソリューション」
https://www.hitachi-solutions.co.jp/geomation/sp/product/safety/?cid=mt_p_awskw_kwd-1968499556819_dv_c_cr_604016337106_sl_gp_59300424914_cm_748481661&ef_id=Y5BF5QAAAJvfVQN8:20230329064658:s (2023 年 3 月 29 日閲覧)

⁹ (出所)株式会社日立システムズエンジニアリングサービス HP 「ビーコンソリューション」
https://www.hitachi-systems-es.co.jp/service/beacon/index.html?gclid=EAIaIQobChMIpIKvwcOA_gIV16uWCh3l3gkcEAAYASAAEgI5_fD_BwE (2023 年 3 月 29 日閲覧)

表 4-2 ウェアラブルデバイスによる機能・サービス：事業リスクの低減(稼働停止の低減)

機能・サービス (☆1、☆2、☆3、☆4 は 以降にサービスイメージ 図を記載)		位置 情報	位置以外の 取得情報	オフライン 分析・検討	ウェアラブル以外のデバイスでの 実現性	ウェアラブルデバイスの活用 イメージ	活用による効果	ウェアラブルデバイスで の機能・サービス提供にお ける課題・留意点 【長期間業務】	ウェアラブルデバイスで の機能・サービス提供にお ける課題・留意点 【短期間業務】
事業リ スクの 低減 (稼働 停止の 低減)	予定外区域・ 危険区域等立 入りの警告発 出(☆1)	○	近 距 離 無 線通信によ る設置デバ イス検知		モバイル型 通 信 端 末 (ス マー ト フ ォ ン 等)	作業において立入りが想定 されていない区域、複数個 所の同時立入りが許されな い区域、防爆エリア等の危 険区域等への接近を、位置 情報や区域境界に設置した ビーコン等の検知によって判 定し、作業者に警告を発出 する。	・ 作業者の予定外区 域・危険区域等へ の立入による業務 停止の防止 ・ 防爆エリアがある 場合、非防爆機器 の持込みによる事 故発生防止	・ 業務停止の防止効果の 度合いを事前に定量的 に示すことが難しい。	・ 同左 ・ 作業内容や範囲が頻繁 に変更になる場合に区 域設定が煩雑になる。
	建機、動作範 囲の広い装 置、ロボット等 の近接時の警 告発出(☆2)	○	近 距 離 無 線通信によ る設置デバ イス検知		モバイル型 通 信 端 末 (ス マー ト フ ォ ン 等)	建機、動作範囲の広い装 置、ロボット等との接近を、 位置情報や建機、装置、ロ ボット等に設置したビーコン 等の検知によって判定し、作 業者に警告を発出する。	・ 建機、動作範囲の 広い装置、ロボット 等と作業者との接 触に伴う業務停止 の防止	・ 業務停止の防止効果の 度合いを事前に定量的 に示すことが難しい。	・ 同左

機能・サービス (☆1、☆2、☆3、☆4 は 以降にサービスイメージ 図を記載)		位置 情報	位置以外の 取得情報	オフライン 分析・検討	ウェアラブル 以外のデバイスでの 実現性	ウェアラブルデバイスの活用 イメージ	活用による効果	ウェアラブルデバイスで の機能・サービス提供にお ける課題・留意点 【長期間業務】	ウェアラブルデバイスで の機能・サービス提供にお ける課題・留意点 【短期間業務】
	音声等での注 意 情 報 発 出 (☆3)	○	近 距 離 無 線通信によ る設置デバ イス検知		モバイル型 通 信 端 末 (スマート フォン等)	誤操作や確認漏れが発生し やすい、発生すると業務へ の影響が大きい設備等を、 位置情報や設備に設置した ビーコン等の検知によって認 識し、作業者に音声等で注 意情報を発出する。	・ 誤操作や確認漏れ に伴う業務停止の 防止	・ 業務停止の防止効果の 度合いを事前に定量的 に示すことが難しい。	・ 同左 ・ 操作、確認対象の設備 が短期間で変更になる 場合に注意情報の設定 が煩雑になる。
	作業員の疲労・ 健康状態に基 づく警告発出 (☆4)	○	加 速 度 ・ ジャイロ/ 脈・血圧・ 体温等バイ タル情報		現場に設置 する監視カ メラ・画像 分析(限定 的なエリア への適用と なる場合あ り)	行動履歴や歩行姿勢、バイ タル情報から、作業員の疲 労・健康状態を判断し、休憩 取得等の警告を発出する。	・ 疲労等に起因す る、作業員の誤操 作や誤判断の防止	・ 作業員の誤操作や誤判 断の防止効果の度合い を事前に定量的に示す ことが難しい。 ・ 疲労・健康状態の判断 基準等の検討・実証が必 要。	・ 同左 ・ 作業員が短期間で入替 る場合にデータ分析精 度が落ちる可能性があ る。

4.1.4 事業リスクの低減(労災リスク低減)に資する機能・サービスの整理

ウェアラブルデバイスのうち、特にスマートウォッチによって提供可能と考えられる、「事業リスクの低減(労災リスク低減)」に資する具体的な機能・サービスを、文献調査やヒアリング調査の結果から検討・整理した。表 4-3 に検討・整理結果を示す。なお、「事業リスクの低減(労災リスク低減)」以外の便益も付加可能と考えられる機能・サービスには★、☆印を付けている。

「現場作業に伴う行動の可視化・改善」、「業務環境(活動阻害要因となる温度・騒音等)の可視化・改善」機能・サービスは、表 4-1 に示した業務効率化による生産性向上における機能・サービスと基本的には同一であり、生産性向上に資する効果を持たせながら、分析の方向性を変えることによって、労災リスクの低減に資する「不安全的な状態、不安全的な行動の更なる削減」や「作業員の病気・怪我リスクの低減」の効果を併せて得ることができると考えられる。特に、「現場作業に伴う行動の可視化・改善」については、既存のヒヤリハット情報や日々の KY 活動の結果と比較分析することで、不安全的な状態、不安全的な行動の更なる削減ができると考えられる。ヒヤリハット情報をデジタル化し分析する既存サービスも存在しているため¹⁰、例えば、ヒヤリハット情報から得られた危険個所での現場の作業員の動きと同様の動きがある箇所をスマートウォッチの位置情報、加速度情報から抽出してヒヤリハット情報を横展開することや、KY活動を踏まえた作業員の行動変化の有無を確認するといった活用が考えられる。

「予定外区域・危険区域等立入りの警告発出」、「建機、動作範囲の広い装置、ロボット等の近接時の警告発出」、「音声等での注意情報発出」、「作業員の疲労・健康状態に基づく警告発出」機能・サービスは、表 4-2 に示した事業リスクの低減(稼働停止の低減)と基本的には同一であり、事業リスクの低減(稼働停止の低減)に資する効果を持たせながら、「不安全的な状態、不安全的な行動の更なる削減」や「作業員の病気・怪我リスクの低減」の効果を得ることができると考えられる。特に「音声等での注意情報発出」においては、ヒヤリハット情報やKY活動の結果と連携した警告発出によって、「不安全的な状態、不安全的な行動の更なる削減」ができると考えられる。

課題・留意点として、疲労・健康状態の判断基準等の検討・実証が必要であることが挙げられる。

¹⁰ (出所)株式会社コシダアート HP 「労働安全衛生セルフチェック」 <https://www.koshida-art.co.jp/zero/self.html> (2023 年 3 月 29 日閲覧)

表 4-3 ウェアラブルデバイスによる機能・サービス：事業リスクの低減(労災リスク低減)

機能・サービス (★1、★2、☆1、☆2、☆3、☆4 は以降にサービスイメージ図を記載)		位置 情報	位置以外の 取得情報	オフライン 分析・検討	ウェアラブル 以外のデバイスでの実 現性	ウェアラブルデバイスの活用イ メージ	活用による効果	ウェアラブルデバイスで の機能・サービス提供にお ける課題・留意点 【長期間業務】	ウェアラブルデバイスで の機能・サービス提供にお ける課題・留意点 【短期間業務】
事業リ スクの 低減 (労災 リスク 低減)	現場作業に伴 う行動の可視 化・改善(★1)	○	加 速 度 ・ ジャイロ	○	現場に設置 する監視カ メラ・画像分 析(限定的な エリアへの 適用となる 場合あり)	作業に伴う移動経路や行動 (物品の移動、高所作業、待機 など)の履歴を可視化・分析 し、ヒヤリハット情報や KY 活 動の結果と比較することで、不 安全な状態・不安全な行動を 洗い出し、改善する。	・ 不安全な状態、 不安全な行動の 更なる削減 ・ 作業員の怪我リ スクの低減	・ デバイスを活用した行動 履歴と、ヒヤリハット情報 や KY 活動の結果との 効果的な比較・分析手法 の検討・実証が必要。	・ 同左 ・ 業務期間内にデバイ スを活用した行動改善ま で行うことが難しい。
	業務環境(活動 阻害要因となる 温度・騒音等) の可視化・改善 (★2)	○	音 声 / 脈 ・ 血圧・体温 等バイタル 情報	○	温度計、湿 度計、騒音 計	作業場所毎で取得する体温・ 音声データから、活動阻害要 因となる温度・騒音等を可視 化・分析し、環境の改善・対策 を行う。	・ 作業員の病気・ 怪我リスクの低 減	・ 温度計、湿度計、騒音計 で取得するデータの方 が、精度が高い。	・ 同左 ・ 業務期間内に分析によ る最適化まで行うことが 難しい可能性がある。
	予定外区域・危 険区域等立入 りの警告発出 (☆1)	○	近 距 離 無 線通信によ る設置デバ イス検知		モバイル型 通信端末(ス martフォン 等) 物理的な掲 示や柵等の 設置	作業において立入りが想定さ れていない区域、複数個所の 同時立入りが許されない区 域、防爆エリア等の危険区域 等への接近を、位置情報や区 域境界に設置したビーコン等 の検知によって判定し、作業 者に警告を発出する。	・ 作業員の怪我リ スクの低減		・ 作業内容や範囲が頻繁 に変更になる場合に区 域設定が煩雑になる。

機能・サービス (★1、★2、☆1、☆2、☆3、☆4 は以降にサービスイメージ図を記載)		位置 情報	位置以外の 取得情報	オフライン 分析・検討	ウェアラブル 以外のデバ イスでの実 現性	ウェアラブルデバイスの活用イ メージ	活用による効果	ウェアラブルデバイスで の機能・サービス提供にお ける課題・留意点 【長期間業務】	ウェアラブルデバイスで の機能・サービス提供にお ける課題・留意点 【短期間業務】
	建機、動作範囲の広い装置、ロボット等の近接時の警告発出(☆2)	○	近 距 離 無 線通信による設置デバイス検知		モバイル型通信端末(スマートフォン等)	建機、動作範囲の広い装置、ロボット等との接近を、位置情報や建機、装置、ロボット等に設置したビーコン等の検知によって判定し、作業者に警告を発出する。	・ 作業員の怪我リスクの低減		
	音声等での注意情報発出(☆3)	○	近 距 離 無 線通信による設置デバイス検知		モバイル型通信端末(スマートフォン等)	設備等を位置情報や設備に設置したビーコン等の検知によって認識し、関連するヒヤリハット情報や KY 活動の結果を、作業者に音声等で注意情報として発出する。	・ 不安全な状態、 不安全な行動の 更なる削減 ・ 作業員の怪我リスクの低減		・ 業務対象の設備が短期間で変更になる場合に注意情報の設定が煩雑になる。
	作業員の疲労・健康状態に基づく警告発出(☆4)	○	加 速 度・ ジャイロ/ 脈・血圧・ 体温等バイタル情報		現場に設置する監視カメラ・画像分析(限定的なエリアへの適用となる場合あり)	行動履歴や歩行姿勢、バイタル情報から、作業員の疲労・健康状態を判断し、休憩取得等の警告を発出する。	・ 作業員の病気・ 怪我リスクの低減	・ 疲労・健康状態の判断 基準等の検討・実証が必要。	・ 同左 ・ 作業員が短期間で入替る場合にデータ分析精度が落ちる可能性がある。

4.1.5 事業リスクの低減(作業員の保護責任)に資する機能・サービスの整理

ウェアラブルデバイスのうち、特にスマートウォッチによって提供可能と考えられる、「事業リスクの低減(作業員の保護責任)」に資する具体的な機能・サービスを、文献調査やヒアリング調査の結果から検討・整理した。表 4-4 に検討・整理結果を示す。

事業者による「作業員の負傷・異常発生の即時把握」、「災害など緊急事態発生時の作業員の安否確認」は、事業者としての社会的な責任を果たすことと同時に、作業員に対する安心感の醸成にもつながると考えられる。作業員の負傷・異常発生を即時に把握する見守りサービスは複数存在しており、汎用のスマートウォッチに機能を付加することもできると考えられる。

表 4-4 ウェアラブルデバイスによる機能・サービス:事業リスクの低減(作業員の保護責任)

機能・サービス		位置 情報	位置以外の 取得情報	オフライン 分析・検討	ウェアラ ブル以外のデ バイスでの 実現性	ウェアラブルデバイスの活用 イメージ	活用による効果	ウェアラブルデバイスで の機能・サービス提供にお ける課題・留意点 【長期間業務】	ウェアラブルデバイスで の機能・サービス提供にお ける課題・留意点 【短期間業務】
事業リ スクの 低減 (作業 員の 保護 責任)	作業員の負傷・ 異常発生時の即 時把握	○	加 速 度 ・ ジャイロ/ 脈・血 圧 ・ 体温等バイ タル情報		現場に設置 する監視カ メラ・画 像 分析(限定 的なエリア への適用と なる場合あ り)	加速度・ジャイロデータやバ イタル情報から、作業員の落 下や転倒、急病等の異常を 即時に把握し、位置情報を 基に救援を行う。	・ 作業員の安心感の 醸成		
	災害など緊急 事態発生時の 作業員の安否 確認	○			モバイル型 通信端末 (スマート フォン等)	災害など緊急事態発生時 に、位置情報やバイタル情報 を基に安否を確認する。必 要に応じて救援を行う。	・ 作業員の安心感の 醸成		

4.1.6 作業員の QOL 向上に資する機能・サービスの整理

ウェアラブルデバイスのうち、特にスマートウォッチによって提供可能と考えられる、「作業員の QOL 向上」に資する具体的な機能・サービスを、文献調査やヒアリング調査の結果から検討・整理した。表 4-5 に検討・整理結果を示す。なお、「作業員の QOL 向上」以外の便益も付加可能と考えられる機能・サービスには★、☆印を付けている。

「現場作業に伴う行動の可視化・改善」は、表 4-1 に示した生産性向上、表 4-3 に示した労災リスク低減のための機能・サービスと基本的に同一であり、分析を作業員の業務負荷の平準化を目的として行うことで現場での不公平感を緩和し、QOL の向上に資する効果を付加できると考えられる。

「作業員の疲労・健康状態に基づく警告発出」は、表 4-2 に示した稼働停止の低減、表 4-3 に示した労災リスク低減のための機能・サービスと基本的に同一であり、例えばバイタル情報やその分析結果を作業員の個人端末に提供し、作業員自身での活用を可能とすることで、作業員の健康増進といった QOL 向上に資する効果を付加できると考えられる。また、また、心拍異常等が生じた際に通院を促すといった機能付加も考えられる。

課題・留意点として、効果を得るための分析手法・判断基準の検討や実証が必要であることが挙げられる。

表 4-5 ウェアラブルデバイスによる機能・サービス:作業員の QOL 向上

機能・サービス (★1、☆4 は以降にサービスイメージ図を記載)		位置 情報	位置以外の 取得情報	オフライン 分析・検討	ウェアラブル以外のデバイスでの 実現性	ウェアラブルデバイスの活用 イメージ	活用による効果	ウェアラブルデバイスでの機能・サービス提供における課題・留意点 【長期間業務】	ウェアラブルデバイスでの機能・サービス提供における課題・留意点 【短期間業務】
作業員の QOL 向上	現場作業に伴う行動の可視化・改善(★1) (業務負荷の平準化)	○	加速度・ジャイロ/脈・血圧・体温等バイタル情報	○	現場に設置する監視カメラ・画像分析(限定的なエリアへの適用となる場合あり)	作業に伴う移動経路や行動の履歴を可視化・分析し、特定の作業員に負荷が集中しないように最適化(業務負荷の平準化)を行う。	・ 作業員の安心感の醸成	・ デバイスを活用した行動履歴による、業務負荷の平準化手法の検討・実証が必要。	・ 同左 ・ 業務期間内にデバイスを活用した業務負荷の平準化を行うことが難しい。
	作業員の疲労・健康状態に基づく警告発出(☆4) (情報の作業員への提供)	○	加速度・ジャイロ/脈・血圧・体温等バイタル情報		現場に設置する監視カメラ・画像分析(限定的なエリアへの適用となる場合あり)	行動履歴や歩行姿勢、バイタル情報から、作業員の疲労・健康状態を推測し、その情報を作業員の私用端末等に提供する。また、心拍異常等が生じた際に通院を促す。	・ 作業員の健康増進 ・ 作業員の病気リスクの低減 ・ 作業員の安心感の醸成	・ 疲労・健康状態の判断基準等の検討・実証が必要。	・ 同左 ・ 作業員が短期間で入替る場合にデータ分析精度が落ちる可能性がある。
	事業所内の購買行為の簡易化		近距離無線通信		IC カード	非接触決済端末によって、キャッシュレス取引を行う。	・ 作業員の水分等の購買促進による病気・怪我リスクの低減		

4.2 労働災害防止に関する厚生労働省の施策との関連

スマートウォッチによる事業リスクの低減(労災リスク低減)に資する機能・サービス提供と関連して、厚生労働省の近年の施策が挙げられる。

厚生労働省では、休業4日以上労働災害の中で、特に転倒災害や「動作の反動・無理な動作」による災害の急増がみられていることに対し、2021年より「STOP! 転倒災害プロジェクト」¹¹等の開始や、厚生労働副大臣から特に上記の労働災害が多い業界団体への労働災害防止への協力要請¹²を行った。2022年には労働災害防止を社会問題としてとらえステークホルダー全員で対策を進めるため「従業員の幸せのSAFEコンソーシアム」¹³の設立や、アワード認定などの取り組みが開始された。

さらに、2023年2月に厚生労働省労働政策審議会から厚生労働大臣に答申された「第14次労働災害防止計画」¹⁴では、2023～2027年度の5年間の労働災害防止に向けた計画として、死傷災害増加傾向に歯止めをかけ2027年までに減少させること等を目標に、転倒や腰痛といった「労働者(中高年齢の女性を中心に)の作業行動に起因する労働災害」の防止対策の推進や、高年齢労働者の労働災害防止対策の推進等が、重点項目として挙げられた。

労働者の個別情報の観察に長けたスマートウォッチ等のウェアラブルデバイス活用により、これらの計画に沿った労働災害防止達成が期待できると考えられる。

¹¹ (出所)厚生労働省 職場の安全を応援する情報発信サイト 職場のあんぜんサイト

<https://anzeninfo.mhlw.go.jp/information/tentou1501.html> (2023年3月29日閲覧)

¹² (出所)厚生労働省 三原副大臣から労働災害が増加傾向にある小売業、社会福祉施設、陸上貨物運送事業の業界団体への協力要請を行いました https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_21306.html (2023年3月29日閲覧)

¹³ (出所)厚生労働省 安全・衛生

https://www.mhlw.go.jp/stf/seisakunitsuite/bunya/koyou_roudou/roudoukijun/anzen/index.html (2023年3月29日閲覧)

¹⁴ (出所)厚生労働省 「第14次労働災害防止計画」について労働政策審議会が答申

https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_31063.html (2023年3月29日閲覧)

第14次労働災害防止計画（概要） 令和5年（2023年）4月1日～令和9年（2028年）3月31日	
【計画の目標】 重点事項における取組の進捗状況を確認する指標（アウトプット指標）を設定し、アウトカム（達成目標）を定める。	
主なアウトプット指標	主なアウトカム指標
○労働者（中高年齢の女性を中心に）の作業行動に起因する労働災害防止対策の推進	
・転倒災害対策（ハード・ソフトの両面からの対策）に取り組む事業場の割合を50%以上とする。等	・転倒の年齢層別死傷年千人率を男女ともその増加に歯止めをかける。
○高齢労働者の労働災害防止対策の推進	
・「エイジフレンドリーガイドライン（高齢労働者の安全と健康確保のためのガイドライン）」に基づく取組を実施する事業場の割合を50%以上とする。	・60歳以上の死傷年千人率を2027年までに男女ともその増加に歯止めをかける。
○労働者の健康確保対策の推進	
・メンタルヘルス対策に取り組む事業場の割合を2027年までに80%以上とする 等	・仕事等に関する強い不安、ストレス等がある労働者の割合を50%未満とする。
死亡災害：5%以上減少 死傷災害：増加傾向に歯止めをかけ2027年までに減少	
計画の重点対策	
自発的に安全衛生対策に取り組むための意識啓発 ・安全衛生対策に取り組む事業者が社会的に評価される環境整備（安全衛生に取り組むことによる経営や人材確保・育成の観点からの実利的なメリット等について周知） ・労働安全衛生におけるDXの推進（ウェアラブル端末等の新技術の活用及びその機能の安全性評価についてエビデンスの収集・検討） 等	
労働者（中高年齢の女性を中心に）の作業行動に起因する労働災害防止対策の推進 ・中高年齢の女性を始めとして高い発生率となっている転倒等につき、災害防止に資する装備や設備等の普及のための補助、開発促進を図る。 ・介護職員の身体負担軽減のための介護技術（ノーリフトケア）等の腰痛の予防対策の普及を図る。 等	
高齢労働者の労働災害防止対策の推進 ・「エイジフレンドリーガイドライン（高齢労働者の安全と健康確保のためのガイドライン）」に基づく対策の促進（エッセンス版の作成等による周知啓発）	
労働者の健康確保対策の推進 ・メンタルヘルス対策・過重労働対策の推進 等	
他、計8つの重点を定め対策を推進	

図 4-2 厚生労働省 第14次労働災害防止計画 概要資料

（出所）厚生労働省「第14次労働災害防止計画」について労働政策審議会が答申
https://www.mhlw.go.jp/stf/newpage_31063.html（2023年3月29日閲覧）

4.3 ウェアラブルデバイスによる機能・サービスの展開の方向性検討

スマートウォッチによって提供可能な機能・サービスの整理結果や、厚生労働省の施策、ヒアリング調査結果等を踏まえて、機能・サービスの展開の方向性を検討した。

図 4-3 に、スマートウォッチの今後の活用の方向性を示す。図中には、スマートウォッチによって提供可能な機能・サービスのうち主なものを示した。スマートウォッチでは、位置情報、加速度・ジャイロ情報、バイタル情報によって、特に労災リスクの低減や作業員の保護に資する機能・サービスが提供可能であると想定される。実際に、作業員の熱中症リスクの把握や転倒等の即時把握が可能な既存サービスが複数提供されている。一方で、スマートウォッチでは、データの分析や警告発出の目的を変えることで、生産性の向上や稼働停止の低減、従業員の QOL 向上に資する機能・サービスを、労災リスクの低減に資する機能・サービスと併せて提供できると考えられる。

スマートウォッチの今後の活用の方向性として、労災リスクの低減や作業員の保護に加えて、生産性の向上や稼働停止の低減、従業員の QOL 向上といった便益の付加が可能であると想定される。これにより、事業者（組織）と作業員（個人）への訴求力をより強くしていくことが考えられる。生産性の向上や稼働停止の低減、従業員の QOL 向上といった便益は、その効果を事前に定量的に示すことが難しいため、足元の取組みとしては、労災リスクの低減や作業員の保護といった事業に必須の便益をベースの訴求ポイントとしながら、生産性の向上や稼働停止の低減、従業員の QOL 向上について実証等を積み重ねることが必要と考えられる。また、図に示すような複数の機能・サービスを統合して提供していくことが、事業者（組織）と作業員（個人）への訴求力の向上に効果的と考えられる。

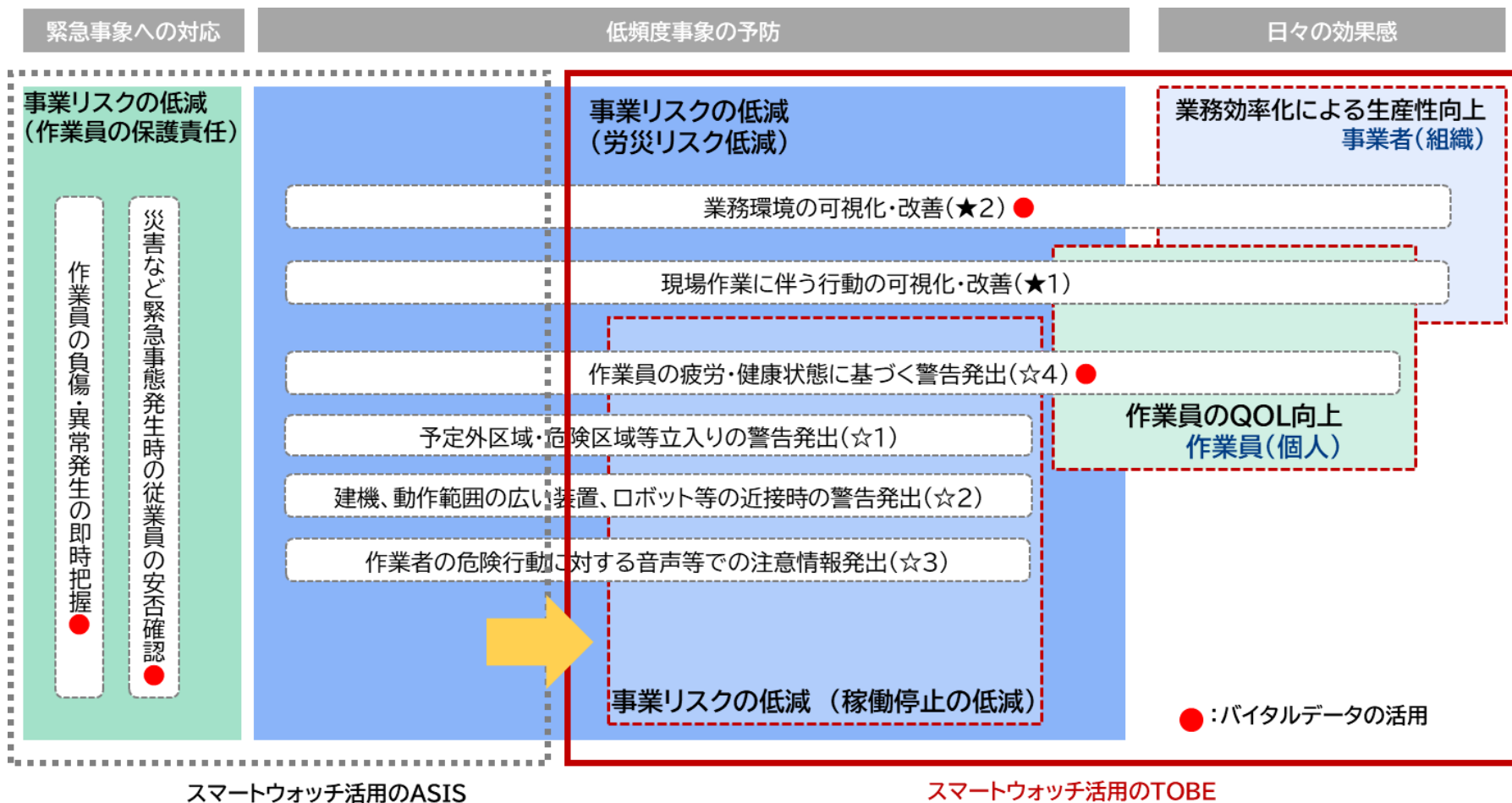
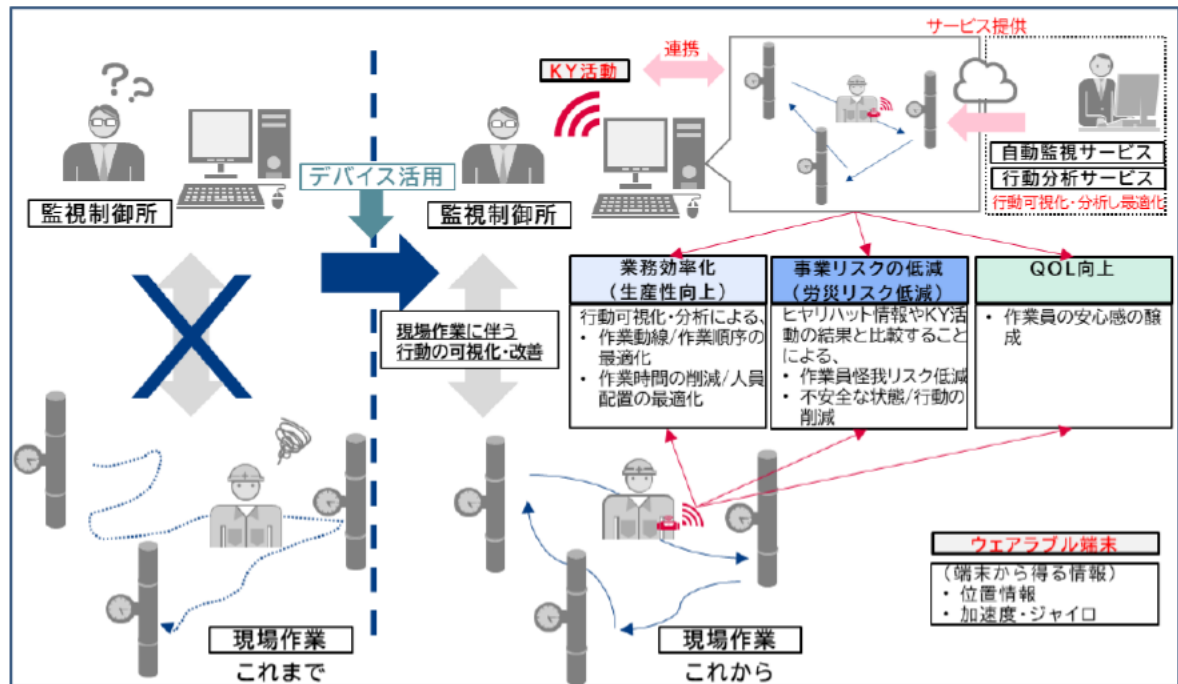


図 4-3 スマートウォッチの今後の活用の方向性

以降に、スマートウォッチによる主な機能・サービスのイメージを示す。個々の機能・サービスにおいては、類似の既存サービスと連携することが考えられる。

現場作業に伴う行動の可視化・改善(★1)



(類似の既存サービス等)

■ デジタル IoT による工事現場作業員管理システム

- スマートフォンのビーコンを用いた、工事現場の作業員管理システム。工事現場の動員人数、現在位置、業務進捗等を正確に把握することができる。

(出所) 千代田化工建設株式会社 HP 経営現状報告(2020年5月8日), https://www.chiyodacorp.com/ir/2fd0892ee9f1ebd7fc1b0d04ce6786ff_3.pdf, (2023年3月29日閲覧)

■ 現場情報集約・分析プラットフォーム

- 管理すべき施設や設備、エリアと紐づく情報を地図や図面上で管理し、併せて人や車両、モノなどの現在地や状況を把握することで、スムーズな状況判断が可能となる。

(出所) MULTISOUP HP, <https://ifieldcloud.jp/products/indoor-location/>, (2023年3月29日閲覧)

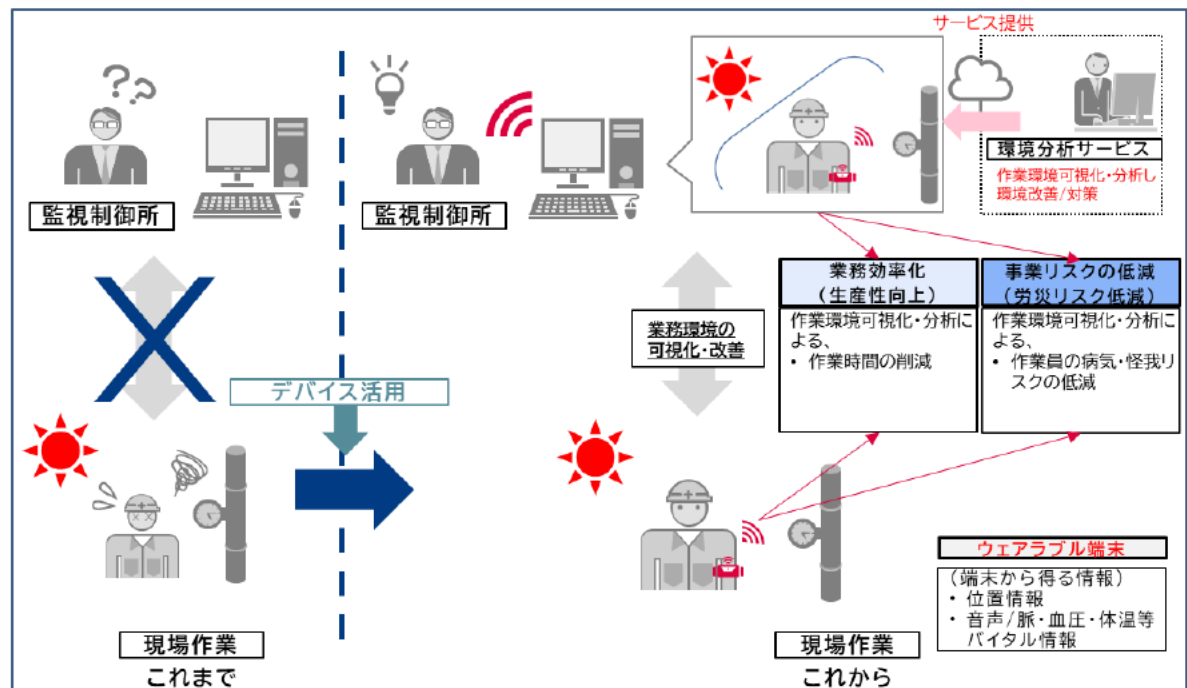
■ 動線みまもりシステム

- 人とモノの位置をリアルタイムに追跡しモニタリングするシステムであり、作業員の生体情報・危険の通知・事故の予防、資材のリアルタイム把握・倉庫の先入先出管理、プロセスタイムチェック・ワーカー移動経路最適化や訪問者の追跡・出入り人数の計数が可能となる。

(出所) トリコ HP, <https://torico-ltd.co.jp/ja/product/solution/smartsensing.html>, (2023年3月29日閲覧)

図 4-4 スマートウォッチによる「現場作業に伴う行動の可視化・改善」機能・サービスのイメージ

業務環境(活動阻害要因となる温度・騒音等)の可視化・改善(★2)



(類似の既存サービス等)

■ バイタルセンシングバンド

- 「センサーを搭載したリストバンド型のデバイスで、クラウド上のセンサーアルゴリズムと連携させて使う。装着した人物の活動量やパルスに加えて、温度や湿度といった外部環境のデータを計測する。得られたデータをクラウド上で分析することで、熱ストレスレベルを把握し、アラームを通知することができる。また、端末に加わる急激な加速度・気圧の変化の把握により転倒を検知することもできる。建設現場などの過酷な環境で働く作業員の見守りに活用できる。」(平成 28 年情報通信白書図表 3-1-4-3 概要より引用)

(出所)総務省,「平成 28 年版情報通信白書」, 図表 3-1-4-3

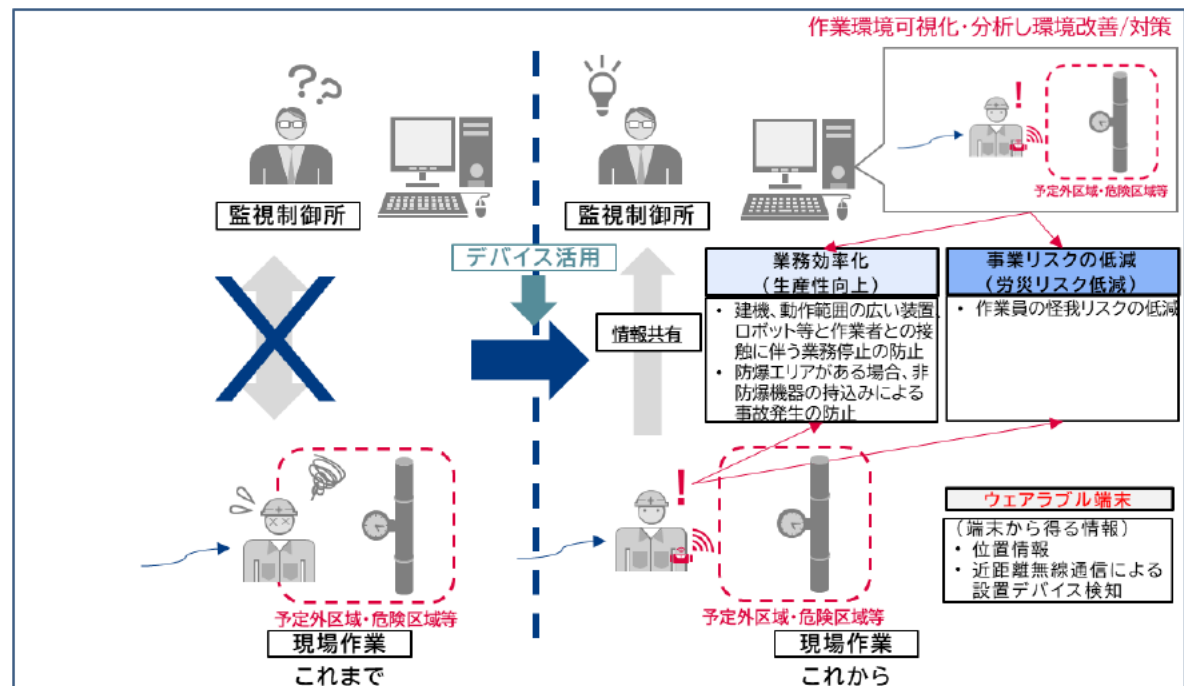
■ 有害なガス検出用デバイス

- ウェアラブルセンサーを用いた、有害なガス検出用デバイス。

(出所) GE Research Newsroom press release, <https://www.ge.com/research/newsroom/ge-research-developing-handheld-wearable-detector-give-first-responders-early-warning-0>, (2023 年 3 月 29 日閲覧)

図 4-5 スマートウォッチによる「業務環境(活動阻害要因となる温度・騒音等)の可視化・改善」機能・サービスのイメージ

予定外区域・危険区域等立入りの警告発出(☆1)



(類似の既存サービス等)

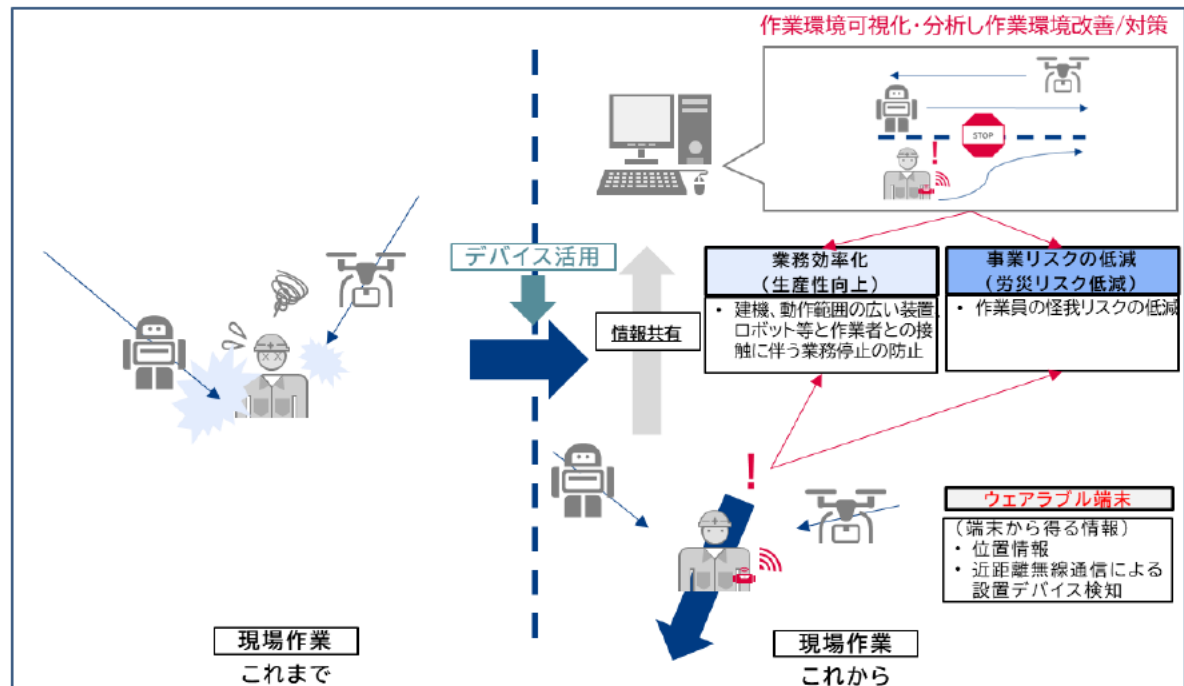
■ 安全見守りクラウドサービス

- スマートウォッチを用いた、作業員情報収集機器。リモートでリアルタイムに作業現場の状況確認・作業員毎のしきい値を自動監視し、異常発見時はアラートを送信する。

(出所)富士フィルムデジタルソリューションズホームページ「SAFEMO 安全見守りクラウドサービス」,
https://www.fujifilm.com/fbds/solution_service/iot/, (2023年3月29日閲覧)

図 4-6 スマートウォッチによる「予定外区域・危険区域等立入りの警告発出」機能・サービスのイメージ

建機、動作範囲の広い装置、ロボット等の近接時の警告発出(☆2)



(類似の既存サービス等)

■ 安全見守りクラウドサービス

- スマートウォッチを用いた、作業員情報収集機器。リモートでリアルタイムに作業現場の状況確認・作業員毎のしきい値を自動監視し、異常発見時はアラートを送信する。

(出所)富士フイルムデジタルソリューションズホームページ「SAFEMO 安全見守りクラウドサービス」,
https://www.fujifilm.com/fbds/solution_service/iot, (2023年3月29日閲覧)

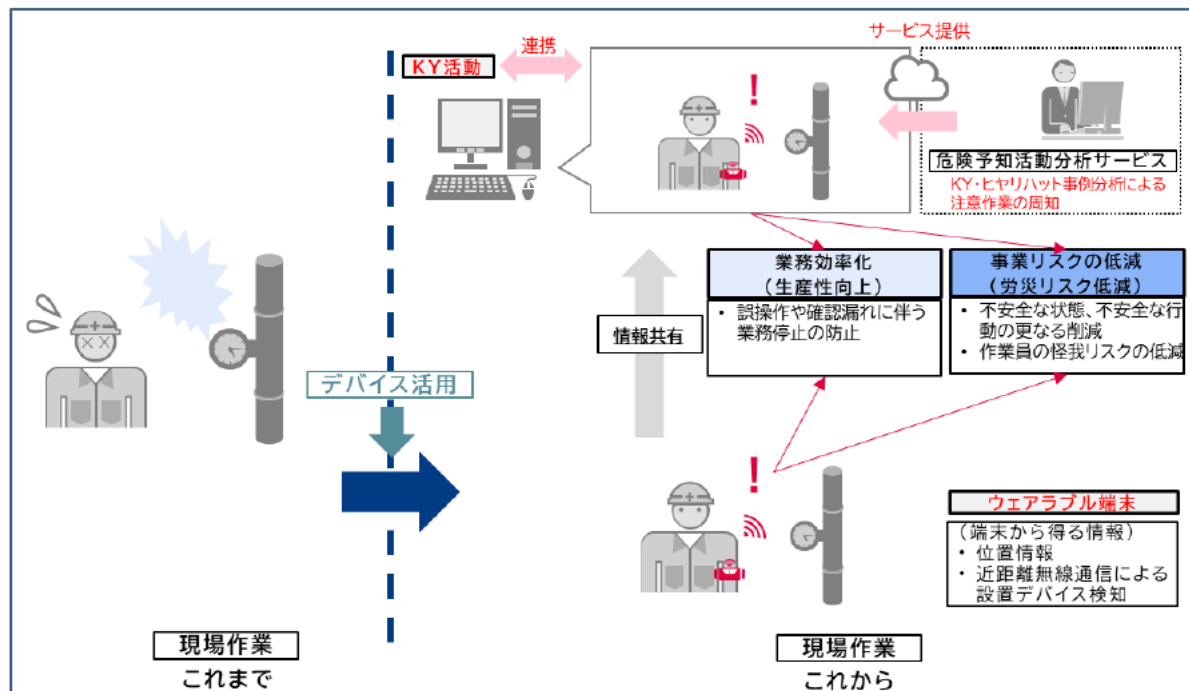
■ 作業員安全支援ソリューション

- プラント、土木・建築現場などの屋外では、作業員や重機の現在位置をスマートフォンのGPSで、工場、トンネルなど屋内ではBluetoothビーコンで位置を把握することで、安全管理責任者は作業員、重機の位置を屋外、屋内連続してリアルタイムに把握し、作業員の安全管理と万一の際の迅速な対応を支援することが可能となる。また、複数の作業員のスマートフォンへ任意のメッセージを一斉送信、危険エリアに進入した作業員に警告メッセージを表示することも可能となる。

(出所)日立ソリューションズ HP, https://www.hitachi-solutions.co.jp/geomation/sp/product/safety/?cid=mt_p_awskw_kwd-1968499556819_dv.c.cr.604016337106_sl_gp.59300424914_cm.748481661&ef_id=Y5BF5QAAAjvfvQN8:20230329064658:s, (2023年3月29日閲覧)

図 4-7 スマートウォッチによる「建機、動作範囲の広い装置、ロボット等の近接時の警告発出」機能・サービスのイメージ

音声等での注意情報発出(☆3)



(類似の既存サービス等)

■ ウェアラブル通信システム

- 「本技術はウェアラブルカメラをスマホに繋いで映像と音声のやり取りができるシステムであり、従来はスマホによる通話と撮影で対応していた。本技術の活用により、ハンズフリーの会話が通信可能となり安全性の向上が図れる。」(NETIS アブストラクトより引用)

(出所)新技術情報提供システム(NETIS 登録番号 KT-220074-A),

<https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubsearch/searchresult?pageNumber=2>, (2023年3月29日閲覧)

■ 切羽変状可視化システム

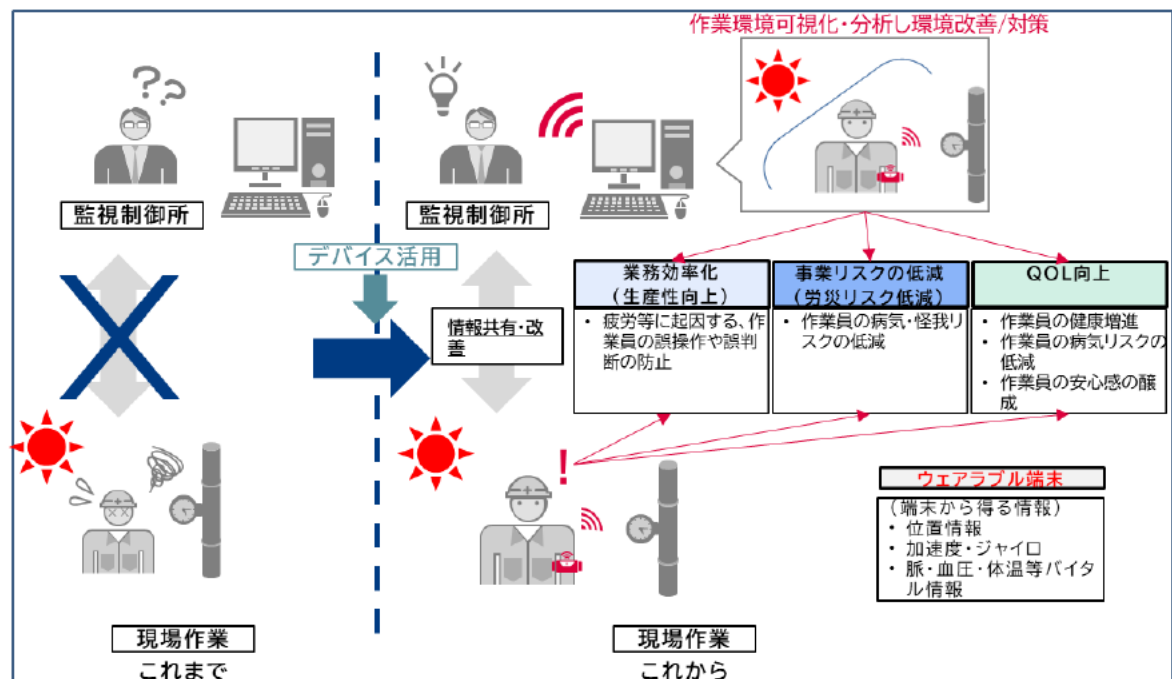
- 「本技術はレーザー距離計又は3Dレーザースキャナで切羽をリアルタイム計測し、肌落ちの危険性を光や振動で即時に警報する技術で、従来は切羽監視責任者による監視で対応していた。本技術により、切羽押し出し量を定量評価し即時に警報できるため、安全性、施工性が向上する。」(NETIS アブストラクトより引用)

(出所)新技術情報提供システム(NETIS 登録番号 KK-220066-A),

<https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubsearch/searchresult?pageNumber=2>, (2023年3月29日閲覧)

図 4-8 スマートウォッチによる「音声等での注意情報発出」機能・サービスのイメージ

作業員の疲労・健康状態に基づく警告発出(☆4)



(類似の既存サービス等)

■ 作業員みまもりサービス

- 「本技術は現場作業員の安全管理についてウェアラブルセンサーにより転倒検知や熱中症警報を発する技術であり、従来は作業員の自己申告や備え付け機器により対応していた。本技術の活用により遠隔地の管理者へのリアルタイムな通知が可能となり作業現場の安全性が向上する。」(NETIS アブストラクトより引用)

(出所)新技術情報提供システム(NETIS 登録番号 KT-190033-A),
<https://www.netis.mlit.go.jp/netis/pubsearch/searchresult?pageNumber=2>, (2023 年 3 月 29 日閲覧)

■ 建設作業安全支援サービス

- リストバンド型デバイスを用いた、作業員情報収集機器。作業員に身に着けてもらう複数のセンサーデバイスからの情報を収集・可視化することで、作業員の体調不良等の予防や危険につながる行動の把握による労働災害の抑止をめざすもの。

(出所)NTT 西日本ニュースリリース,<https://www.ntt-west.co.jp/news/1708/170825b.html>, (2023 年 3 月 29 日閲覧)

■ リストバンドデバイスによる健康管理システム

- リストバンド型デバイスを用いた、健康管理システム。歩数・移動距離・消費カロリー・睡眠状態のモニタリング等を実施できる。また、心拍計測機能も付与できる。

(出所)総務省,「平成 28 年版情報通信白書」, 図表 3-1-4-3

図 4-9 スマートウォッチによる「作業員の疲労・健康状態に基づく警告発出」機能・サービスのイメージ

4.4 サービス提供先(顧客セグメント)の検討

ウェアラブルデバイスによる機能・サービスは、幅広い分野・業界に適用可能と考えられる。一方で、導入のされやすさには違いがあると考えられる。導入のされやすさに関係が大きいと考えられる事項を、ヒアリング調査結果を踏まえながら以下のように整理した。

a. 下請け構造

デバイス・データの管理や分析結果のフィードバックが、個社単位でなく多数の事業者を横断して行われる場合、契約・費用負担等の調整が必要であり導入がしにくくなると想定される。一つの事業場に数社程度の元請け事業者、下請け事業者、数人程度の個人事業主が入る場合には、労災低減の目的で発注元や元請け事業者が自社従業員への導入とともに、一括して導入・管理するといったことは可能と考えられる。一方で、多重下請けとなる場合や、個人事業主が多数参加する等の場合には、導入がしにくくなると考えられる。

例えば、製造工場や林業、農業、水産(養殖)業などは、比較的下請け構造が少なく導入しやすいと考えられる。一方で、プラントや発電所は、これらと比較すると導入されにくいと考えられる。特に、建設業は多重下請け構造の場合があり、導入されにくいと考えられる。

b. 業務内容・期間

データ分析結果のフィードバックによって効果が出る機能は、業務内容が定常的である、長期的である方が、導入効果大きい。そのため、プラントにおける定期修繕(数週間～数か月程度)や建設現場では、導入がしにくいと考えられる。また、作業員の入替りが多い場合にも、導入がしにくいと考えられる。

c. 業務エリア

業務エリアが限定的である一方で広いほど、作業員の状態把握が物理的に困難になるため、ウェアラブルデバイスの導入がされやすいと想定される。例えば、建設業、プラント、発電所、農業、林業、水産(養殖)業などは導入がされやすい一方で、製造工場は導入がされにくいと考えられる。

エリアが狭くても、立体的に入り組んでいる場合や、動線が複雑であるといった場合には、導入のニーズが高まると考えられる。

d. 防爆対応

防爆対応のデバイスはコストがかかるため、対応が必要な場合には導入がしにくくなると考えられる。防爆が必要な分野として、プラントや発電所が挙げられる。一方で、火力発電所においては、防爆エリアが限定的であるため、デバイス導入の障壁とならない旨の意見があった。プラントにおいても、防爆エリアの合理化や運用によって、デバイス自体が防爆対応でなくても活用が可能な旨の意見があった。

4.5 保険サービスとの連携可能性の検討

ウェアラブルデバイスの導入を促進する手段の一つとして、「稼働停止の低減」、「労災リスク低減」の効果と、「設備等の損害・稼働停止に対する損害を補償する保険サービス」、「労働災害によって従業員が被る損害を補償する保険サービス」の保険料率低減に関連付けることが想定される。一方で、以下のような理由から、連携は難しいと考えられる。

- 「稼働停止の低減」効果と「設備等の損害・稼働停止に対する損害を補償する保険サービス」との連携可能性

保険料率の検討にあたっては、「設備等の損害・稼働停止等の発生事象をどの程度の確率で検知できるか」といった、当該デバイスの第三者性を担保した性能評価・検証が必要となる。ウェアラブルデバイスによる設備損害の低減効果は、ヒューマンエラーの低減によってもたらされるが、ヒューマンエラーの発生率やその検知率・回避率を定量化することは困難と考えられる。また、効果も設備によって個別に異なると考えられる。これらの理由から、「稼働停止の低減」効果と「設備等の損害・稼働停止に対する損害を補償する保険サービス」との連携を早期に実現することは難しいと想定される。

- 「労災リスク低減」効果と「労働災害によって従業員が被る損害を補償する保険サービス」との連携可能性(国による労災保険・民間の GLTD(団体長期障害所得補償保険)等との連携)

事業者からは、労災は少なくなっており、それに伴って国による保険料率も低く設定されており、更なる保険料率の低減のメリットは少ない旨の意見があった。

ウェアラブルデバイスサービスは事業者毎にカスタマイズされたものが導入されると想定されることから、効果を一律に評価することが困難と考えられる。そのため、「労働災害によって従業員が被る損害を補償する保険サービス」との連携を早期に実現することは難しいと想定される。

上記のように、現在の保険サービスとの早期の連携は難しいと考えられるものの、ウェアラブルデバイスの導入を促進する手段の一つとして、「約定履行費用保険(例:事業者が従業員との間で何かしらの約定をしている場合、その約定を履行することによって事業者が負担する費用(損害)を保険金として支払う保険)」と連携することは、可能性の一つとして挙げられる。

例えば、「作業員の疲労・健康状態に基づく警告発出」機能の「従業員の QOL 向上」としての活用では、バイタルデータを基にした健康状態のアラート(例:心拍異常¹⁵)の発出により、企業の福利厚生として、このアラートに基づいた通院を従業員に提供する約定を定め、その費用を約定履行費用保険から支払うことが考えられる。

「約定履行費用保険」は事業者毎に保険を個別に設計することになるため、デバイスの第三者性を担保した性能評価・検証が必要となるものの、サービス化の実現性があると考えられる。

¹⁵ (出所)Apple「Newsroom Apple Watch に心電図アプリケーションと不規則な心拍の通知機能が登場」
<https://nr.apple.com/dE9x6J7ilw> (2023年3月 29 日閲覧)

4.6 バイタルデータを基にした健康状態のアラート機能の検討

バイタルデータを基にした健康状態のアラート機能について、既存サービスや研究開発動向を調査、整理した。

(1) 脈拍(心拍数)の計測による異常検知

光学式心拍計センサーによる脈拍リズムをモニターすることによって、不整脈・頻脈等の心拍異常の検知や、心拍数と連動した血圧の予測、自律神経の乱れやストレスレベルの予測等が行える。これらの技術をリストバンド型機器に搭載し、脈拍の経時的観察による体調把握や、位置情報や加速度計情報等と合わせ転倒検知機能等に応用したサービスが、国内でも多数実装されている。例えば、以下のようなサービスがある。

表 4-6 リストバンド型機器による体調把握に関する既存サービスの例

サービス名	提供元	概要	URL
みまもりがじゅ丸	NTTPC コミュニケーションズ	従業員の「脈拍」や「位置情報」を専用のウェアラブル端末で取得し、体調の変化を計測・分析することで安全管理をサポートする。	NTTPC HP「みまもりがじゅ丸」, https://www.nttpc.co.jp/service/product/gajumaru/field/ (2023年3月29日閲覧)
MEDiTAG	ホシデン株式会社	脈拍測定および身体負荷レベル(推定血圧)による体調異常検知や、気圧センサーと加速度計から高さや衝撃を推定することで転倒を検知する機能を搭載。	ホシデン HP「MEDiTAG」, https://www.hosiden.co.jp/meditag/ (2023年3月29日閲覧)
ワーカーコネクト	センスウェイ株式会社	腕時計型のバイタルセンサーが心拍/皮膚温度などのバイタルデータや、位置情報、転倒アクションなどを収集。	センスウェイ HP「ワーカーコネクト」, https://www.senseway.net/wc/ (2023年3月29日閲覧)

また、心拍数および身体機能の兆候(歩行速度、飛行中または階段昇降など)と入院、転倒、心臓の健康、生活の質などとの関連性に関する総合的な研究である Apple Heart and Movement Study¹⁶¹⁷などを代表に、リストバンド型機器の心電図機能の妥当性と有効性に関する研究が進められている。

¹⁶ (出所)Apple「Newsroom 健康に関する3つの革新的な研究分野を発表」<https://nr.apple.com/d2ilh4c7x7> (2023年3月29日閲覧)

¹⁷ (出所)Marco V: “Large-Scale Assessment of a Smartwatch to Identify Atrial Fibrillation”, The New England Journal of Medicine, 381, 2019, 1909-1917

(2) 血糖測定機能による常時血糖モニター

経時的な血糖測定により、糖尿病患者の低血糖症状¹⁸による意識消失やふらつきや、食後の急激な血糖変化¹⁹による眠気の予測等が行える可能性がある。適切なタイミングで食事や内服がないことによる血糖変化が原因で起こる転落・転倒事故等の予防や、作業効率予測への応用が期待できる。

2023年3月現在時点では、リストバンド型機器での血糖測定技術は実用化されていない。しかしながら、サムスン電子社による血糖値を測る技術開発²⁰等、リストバンド型機器による血糖測定技術の開発が進められており、国内でもスタートアップ企業がリストバンド型血糖測定機器の試作品を発表²¹している。従来の血糖測定は針による穿刺が必要だったが、リストバンド型機器への搭載により非侵襲的に常時血糖状態の観察ができる可能性があり、近い将来への実装が期待されている。

しかし、実用化および保安・労働災害防止への応用に向けては実証試験が必要であるとともに、コスト面と普及のためには、医療機器認証の規制などを考慮する必要がある。

(3) 睡眠時間や姿勢判定からの総合的な事故リスク予兆

睡眠時間と姿勢制御は関係性が深い^{22 23}とされており、特に高齢者ほど睡眠状態が姿勢・バランス制御へ影響し、転倒リスクと関連することが明らかとなっている。リストバンド型のウェアラブルデバイスでは、心拍計センサーからの自律神経状態と、加速度センサーからの姿勢情報により、一般的に睡眠の質・量の計測の機能を有している。業務時間以外でも装着しているだけで簡易に睡眠状態を計測することができ、影響を検討することができる。また、加速度センサー情報からは、姿勢・歩行パターンのアルゴリズムを解析することにより、ふらつき等の検知ができる可能性がある。バイタルデータだけでなくこのような情報も総合的に活用することにより、より質の高い日々の体調把握や、例えば加齢変化とそれらに伴う身体機能低下等が原因となる事故のリスク予兆が行える可能性がある。

既存サービスでは、リストバンド型機器を装着することによって転倒した後の状態を検知し通報するサービス^{24 25}はあるものの、姿勢の変化からふらつきや転倒リスクを予測しているものはない。ただし加速度センサーを用いた姿勢やバランス機能との研究は一般的に行われてきた²⁶。また、歩行状態のアルゴリズムを解析するインソール型機器²⁷や、カメラ情報からの作業姿勢分析とリスク予兆検知の類似

¹⁸ (出所)厚生労働省「e-ヘルスネット > 健康用語辞典 > 生活習慣病予防 > 血糖値」 <https://www.e-healthnet.mhlw.go.jp/information/dictionary/metabolic/ym-085.html> (2023年3月29日閲覧)

¹⁹ (出所)厚生労働省「e-ヘルスネット > 健康用語辞典 > 生活習慣病予防 > 食後高血糖」 <https://www.e-healthnet.mhlw.go.jp/information/dictionary/metabolic/ym-086.html> (2023年3月29日閲覧)

²⁰ (出所)Jeon Woong Kang, “Direct observation of glucose fingerprint using in vivo Raman spectroscopy”, Science Advances, Vol 6, Issue 4, 2020

²¹ (出所)株式会社クオンタムオペレーション <https://quantum-op.co.jp> (2023年3月29日閲覧)

²² (出所)Dani Kirshner, “The association between objective measurements of sleep quality and postural control in adults: A systematic review, Volume 63(3), 2022

²³ (出所)Tarushi Tanwa, “Association Between Sleep Parameters and Postural Control: A Literature Review”. Sleep Medicine Research, Vol 13(1), 2022, 1-7

²⁴ (出所)ホシデン MEDiTAG | ホシデン <https://www.hosiden.co.jp/meditag/> (2023年3月29日閲覧)

²⁵ (出所)センスウェイ株式会社 ワーカーコネクト <https://www.senseway.net/wc/> (2023年3月29日閲覧)

²⁶ (出所)前田宏行,「腰部加速度変化量に基づく多重課題が歩容バランスに与える影響評価」,看護理工学会誌, 5 巻, 2 号, 2018, 110-117

²⁷ (出所)NEC 歩行センシングインソール A-RROWG:歩行センシング・ウェルネスソリューション <https://jpn.nec.com/wellness/a-rrowg/index.html> (2023年3月29日閲覧)

サービスはある²⁸ことから、実証を経ることで、実現可能性は十分あり得ると考えられる。

²⁸ (出所)日立産業制御ソリューションズ AIによる人物姿勢・動作認識ソリューション https://info.hitachi-ics.co.jp/product/activity_evaluation/ (2023年3月 29 日閲覧)

5. まとめ

本事業では、プラント現場等における保安業務の合理化に活用できる可能性があり、かつ従事する作業者の労働災害や被災の早期把握する手段にもなり得るウェアラブルデバイスの普及拡大による「ウェアラブルデバイスを活用した産業保安の高度化」を目指し、魅力的なウェアラブルデバイスの製品・サービスの機能等を検討した。

ウェアラブルデバイスに関する最新技術調査(シーズ調査)として、現在製品化されているウェアラブルデバイスを Web 等の文献調査により整理した。その結果、プラント等でも活用可能な防爆対応のウェアラブルデバイスも複数存在することを確認した。

産業保安分野及び関連他分野を想定した便益調査(ニーズ調査)として、ヒアリング調査を行った。様々な分野でのデジタルデバイスの活用状況や課題に関する意見を収集する目的から、複数の産業(プラント、建設、食品工場)の企業・団体から意見を伺った。また、製品安全・労働安全衛生分野にてサービスを提供している企業および保険事業者からも意見を伺った。その結果、様々なニーズやサービスを期待する意見が得られ、特に労災リスク低減に資するサービス展開への期待があることを確認した。また、建設現場におけるデータ集約システムとの連携、ヒヤリハット情報や KY 情報との連携、障がい者雇用補助サービスへの展開といったサービス開発の方向性に関する意見も得られた。

魅力的かつ汎用的なウェアラブルデバイスのサービス機能・仕様の検討として、ウェアラブルデバイスによって提供可能な便益を整理したうえで、シーズ調査、ニーズ調査の結果を踏まえて具体的な機能・サービスを検討した。ウェアラブルデバイスとして、本検討ではスマートウォッチに注目した。また、「導入判断を行う経営層」と「装着する人(作業員等)」の双方に訴求力を持たせるための、サービスの方向性を検討した。その結果、サービスの展開の方向性としては、労災リスクの低減や作業員の保護といった便益をベースの訴求ポイントとしながら、生産性の向上や稼働停止の低減、従業員の QOL 向上といった便益に資する機能を提供していくことを提案した。この検討に加えて、サービス提供先や保険サービスとの連携可能性、バイタルデータを基にした健康状態のアラート機能の可能性等についても検討した。

令和4年度産業保安等技術基準策定調査研究等事業
(産業保安に関連する課題に対する新たな解決アプローチ推進調査
(ウェアラブルデバイスに資する動向調査))報告書

2023年3月

株式会社三菱総合研究所
セーフティ&インダストリー本部

二次利用未承諾リスト

報告書の題名 令和4年度産業保安等技術基準策定調査研究等事業（産業保安に関連する課題に対する新たな解決アプローチ推進調査（ウェアラブルデバイスに資する動向調査））報告書

委託事業名 令和4年度産業保安等技術基準策定調査研究等事業（産業保安に関連する課題に対する新たな解決アプローチ推進調査（ウェアラブルデバイスに資する動向調査））

受注事業者名 株式会社三菱総合研究所

[illegible]