

AI、IoT等の最新技術を活用した企業における
先進的な安全衛生管理の取組事例に関する調査研究

報告書

2020年3月

中央労働災害防止協会

MIZUHO みずほ情報総研株式会社

はじめに

近年、AI、IoT、自動化、ビッグデータ等の活用による「第4次産業革命」と科学技術の進展や革新的イノベーションを志向する「Society5.0」が到来する中で、企業の安全衛生管理においても、AI、IoT等の最新技術の活用が欠かせないものとなっており、安全衛生管理を効果的・効率的に実施する観点から、積極的に活用する取組が見られるようになってきている。

一方、2019年9月に出された労働政策審議会労働政策基本部会報告書では、業種、企業規模によってAI等の導入状況が異なると指摘しており、また、AI等の導入が進まない理由として、AI等の投資に資金的な制約がある場合もあれば、導入後のビジネスモデルが明らかでない場合、導入を検討しても導入のためのノウハウを有していない場合もあると考えられると述べている。

本調査は、AI、IoT等の最新技術を活用した企業における労働災害の防止に向けての先進的な取組を行っている事例を収集して幅広く周知啓発を行うことにより、これらの最新技術の活用をより一層促進することを目的として実施したものである。

本調査の実施に当たっては、中央労働災害防止協会がみずほ情報総研株式会社に委託した。

2020年3月

中央労働災害防止協会
みずほ情報総研株式会社

目次

はじめに

1	調査の概要	3
1.1	目的	3
1.2	調査内容	3
1.3	調査方法	3
2	用語	5
3	AI、IoT等の最新技術を活用した企業における労働安全対策の動向	8
3.1	概要	8
3.2	Safety2.0と国際規格化の動向	8
3.3	AI、IoT等の最新技術を活用した企業における先進的な労働安全対策の例	10
4	ヒアリング調査	12
4.1	概要	12
4.2	ヒアリング調査対象企業選定プロセス	12
4.3	ヒアリング調査項目	13
4.4	大和ハウス工業株式会社	15
4.5	三菱マテリアル株式会社	18
4.6	株式会社ダイセル	22
4.7	株式会社日立製作所	27
4.8	ダイキン工業株式会社	30
4.9	JX金属株式会社	33
4.10	ヒアリング調査まとめ	36
5	事例収集	39
6	まとめ	41
7	今後の取組	42

図目次

図 3-1 AI、IoT 等の最新技術を活用した企業における先進的な労働安全対策で活用されている最新技術と活用の例（イメージ）	11
図 4-1 導入している対策（大和ハウス工業株式会社）	16
図 4-2 導入している対策（三菱マテリアル株式会社）	20
図 4-3 導入している対策（株式会社ダイセル）	23
図 4-4 現地調査アンケート集計結果	26
図 4-5 実証・導入している対策（株式会社日立製作所）	28
図 4-6 導入している対策の一つのバイタルセンシングバンドを用いた作業者の状況管理によるパフォーマンスの調整・維持（ダイキン工業株式会社）	31
図 4-7 導入している対策（JX 金属株式会社）	34

表目次

表 3-1 AI、IoT 等の最新技術を活用した企業における先進的な労働安全対策で活用されている最新技術と活用の例	10
表 4-1 デスクトップ調査、文献調査の調査対象の一覧	12
表 4-2 ヒアリング調査対象企業一覧	13
表 4-3 ヒアリング調査項目の概要	14
表 4-4 ヒアリング調査対象者概要（大和ハウス工業株式会社）	15
表 4-5 HAL 使用状況のばらつきと対策	17
表 4-6 HAL 自体の課題や要望と対策	18
表 4-7 ヒアリング調査対象者概要（三菱マテリアル株式会社）	18
表 4-8 ヒアリング調査対象者概要（株式会社ダイセル）	22
表 4-9 ヒアリング調査対象者概要（株式会社日立製作所）	27
表 4-10 モニタリングシステムが把握可能な事項	27
表 4-11 ヒアリング調査対象者概要（ダイキン工業株式会社）	30
表 4-12 対策の導入、取組の実施における課題と対策（ダイキン工業株式会社） ..	32
表 4-13 ヒアリング調査対象者概要（JX 金属株式会社）	33
表 4-14 ヒアリング調査結果概要	37
表 5-1 AI、IoT 等の最新技術を活用した企業における取組事例 業種別、最新技術別	39

1 調査の概要

1.1 目的

近年、AI、IoT、自動化、ビッグデータ等の活用による「第4次産業革命」と科学技術の進展や革新的イノベーションを志向する「Society5.0」が到来する中で、企業の安全衛生管理においても、AI、IoT等の最新技術の活用がかかせないものとなっており、安全衛生管理を効果的・効率的に実施する観点から、積極的に活用する取組が見られるようになってきている。

このため、本調査においては、AI、IoT等の最新技術を活用した企業における労働災害の防止に向けての先進的な取組を行っている事例を収集して幅広く周知啓発を行うことにより、これらの今後の取組をより一層促進することに資するものである。

1.2 調査内容

最新技術を活用した安全対策事例を収集した。具体的には当該企業の概要、労働災害の発生状況、最新技術を活用した安全対策事例の概要、当該事例の効果、将来的な課題等についてヒアリング調査を実施した。ここで、ヒアリングの対象企業には安全対策の製品・サービスを導入した企業のほか、安全対策の製品・サービスを開発し、自社において実証している企業（以下「サービス開発」という。）も含めた。

1.3 調査方法

調査方法・手順は、以下のとおりである。

1.3.1 ヒアリング調査

① 調査対象企業の候補の選定

製造業等を対象に、AI、IoT等の最新技術を活用した安全対策の製品・サービスを導入した企業に関するデスクトップ調査、文献調査を実施し、ヒアリング調査対象企業の候補を複数あげ、協議を行う。

② 調査対象企業の選定、調査申し入れ

ヒアリング調査対象企業を選定、優先順位を設け、当該企業に、優先順位順に各調査を申し入れる。

③ ヒアリング調査準備・調査

ヒアリング調査が可能となった場合に、当該企業に取組内容等に関するヒアリング調査票の事前送付を行い、並行して、日程調整を行う。

日程調整後、当該企業に訪問、ヒアリング調査を実施する。

上記①～③の詳細は、「4 ヒアリング調査」に示す。

1.3.2 事例収集

AI、IoT等の最新技術を活用し、労働災害の防止に向けての取組を行っている事例を文献調査により収集した。文献調査は、全国産業安全衛生大会の研究発表、製造業安全対策官民協議会からの情報提供及びホームページ、業界紙等から収集した。

上記の詳細は、「5 事例収集」に示す。

2 用語

本報告書で共通に使用される用語の定義を以下に示す。

アシストスーツ	:	現場の重筋作業の際にかかる、作業者の腰・身体的負担を軽減する機能を有する身体に装着する機器をいう。
インフレーター	:	エアバッグを膨らませるためのガス発生装置をいう。
ウェアラブル	:	本調査では、身体に装着あるいは着用が可能な機器全般をいう。
強度率	:	1,000 延実労働時間あたり、労働災害が起こったことでどの程度の損失が起こったかを示す割合で、(延労働損失日数) / (延実労働時間数) × 1,000 で求める。2018 年度の事業所規模 100 人以上の強度率 ¹ は 0.09。
現場作業者	:	本調査では、製造に直接係る作業者を指し、現場の監督者等、製造に直接係らない者は含まない。
重筋作業	:	腕や脚等、身体全体の大きな筋肉を使い（動的な仕事、等張性筋収縮）、身体の多量のエネルギー消費を伴う作業をいう。
度数率	:	1,000,000 延労働時間あたり、労働災害による死傷者が発生しているかを示す割合で、(労働災害による死傷者数) / (延実労働時間数) × 1,000,000 で求める。2018 年度の事業所規模 100 人以上の度数率 ¹ は、1.83。
年千人率	:	在籍労働者 1,000 人あたり、年間でどのくらいの死傷者が発生しているかを示す割合で、(年間死傷者数) / (年間平均労働者数) × 1,000 で求める。2018 年度の全産業の年千人率 ¹ は、2.3。
延実労働時間数	:	当該月、年あるいは予め定義した期間における全従業員の労働時間の合計をいう。
延労働損失日数	:	労働災害によって働けなくなった日数で、死亡及び永久全労働不能の場合は 7,500 日、身体障害等級 4～14 級に該当し永久一部労働不能となる場合は、等級に応じて 5,500 日（4 級）～50 日（14 級）、一時的に働けなくなったものの障害等級の障害が残ることなく治癒した場合は暦日の休業日数 × 300 / 365 と定められている。
ビーコン	:	固定された無線局等から発信される電波を、自動車等の移動体に搭載された機器で受信することで、位置等の情報を取得するために使う無線機器をいう。無線標識ともいう。

¹ 厚生労働省：労働災害統計（2018 年）

- リスク : 危害の発生確率と危害のひどさの組み合わせをいう。
- リスクアセスメント : リスクを見積った結果、リスクのレベルが適切に低減されている（された）レベルであるか否か、また適切に低減されていない場合、それはどの程度の重大さがあるのかを判断することをいう。リスク評価ともいう。
- AI : **Artificial Intelligence** の略で、コンピュータに人間と同様に推理・判断・認識等の知的活動ができるようにした仕組みをいう。人工知能ともいう。本調査では、産業分野で実用される、特定の問題の解決や推論を行う「特化型 AI」「弱い AI」を指す。
- DCS : **Distributed Control System** の略で、システムを構成する機器ごとに制御装置が設置され、制御装置はネットワークで接続され、相互に通信を行うことで監視を行うシステムをいう。分散制御システム、分散型制御システムともいう。
- ICT : **Information and Communication Technology** の略で、情報・通信に関する技術の総称である。情報通信技術ともいう。
- IoT : **Internet of Things** の略で、様々なモノ（産業機械、建物等のインフラ、自動車等の移動体、電子機器等）が、ネットワークを通じてサーバーやクラウドサービスに接続され、相互に情報交換をする仕組みをいう。
- KPI : **Key Performance Indicator** の略で、企業目標の達成度を評価するための主要業績評価指標をいう。重要業績評価指標ともいう。
- METs : **Metabolic Equivalent**s の略で、運動強度の単位である。安静時を 1 としたときと比較して、何倍のエネルギーを消費するかで活動の強度を示した指標である。
- OSHMS : **Occupational Safety and Health Management System** の略で、事業者が労働者の協力の下に「計画 (Plan) – 実施 (Do) – 評価 (Check) – 改善 (Act)」という一連の過程 (PDCA サイクル) を定めて、継続的な安全衛生管理を自主的に進めることにより、労働災害の防止と労働者の健康増進、さらに進んで快適な職場環境を形成し、事業場の安全衛生水準の向上を図ることを目的とした安全衛生管理の仕組みをいう。
- PoC : **Proof of Concept** の略で、新しい概念や理論、原理、アイデアの実証を目的とした検証やデモンストレーションをいう。「概念実証」を意味する。

- RFID : Radio Frequency Identifier の略で、「タグ」と「読み取り装置」の間で電磁波の一種である電波を交信させて、非接触で情報を読み書きするシステムをいう。
- RPA : Robotic Process Automation の略で、定型作業を PC 中のソフトウェア型のロボットが代行・自動化する概念をいう。
- VR : Virtual Reality の略で、コンピュータ内で作られた三次元空間を、人がゴーグル等の専用装置を装着することで、視覚・その他の感覚を通じ、疑似体験することを可能とする技術をいう。仮想現実ともいう。
- WBGT : Wet Bulb Globe Temperature の略で、熱中症を予防することを目的として 1954 年に米国で提案された指標で、単位は摂氏度 (°C) である。暑さ指数ともいう。

3 AI、IoT等の最新技術を活用した企業における労働安全対策の動向

3.1 概要

調査に先立ち、本調査に関する最新動向として、新しい安全・安心の概念である Safety2.0 と国際規格化の動向、AI、IoT等の最新技術を活用した企業における労働安全対策の例について示す。

3.2 Safety2.0 と国際規格化の動向

(1) Safety2.0²

Safety2.0 とは、「情報通信技術 (ICT) 等を活用し、人・モノ・環境が、情報を共有することで、安全を確保する協調安全の技術的方策」³で、協調安全とは、「人・モノ・環境が、情報を共有することで協調して安全を構築する安全の概念」³であり、本調査が対象とする AI、IoT等の最新技術を活用した企業における労働安全対策と密接に関係する。

製造業等産業の現場作業においては、人の注意力や判断力により事故防止に努め、安全を確保してきた。例として、巨大なエネルギーを持つ機械等が稼働する現場作業においてミスがあってはならず、細心の注意を払わなければならないことから、KY (危険予知) や指差し確認、労働安全標語等によって人の注意力や判断力を喚起する取組があり、今日においても最も重要な労働安全対策である。こういった安全・安心の概念あるいは概念に基づく取組を Safety0.0 という。

ただし、人のミスを完全に無くすることは困難であり、機械等は故障等によって想定した動作を行わない可能性 (機械等のリスク) があり、機械等の領域のリスク低減や、人と機械等の共存領域では労働災害のリスク回避ができない。

これに対し、機械等に安全対策を施すことにより、機械等のリスクを低減させると同時に、人と機械を隔離し人と機械の共存領域をなくすことにより、労働災害のリスクの低減や回避を行うことができる。例として、インターロック等により人や人の身体の一部が機械等の作業領域に存在しないことが保証された状態に限り機械等の作動が許容される機構を導入する、機械等にフールプルーフを取り入れた取組がある。こういった安全・安心の概念あるいは概念に基づく取組を Safety1.0 という。

ただし最近では、生産性向上を目的として人と機械等が共存する現場が増加している一方で対策が追いついていないことや、熟練作業者の減少による現場力低下を背景として、人と機械等の共存領域では労働災害のリスク回避が完全にできない状況がある。

これに対し、人、機械等の現場作業を構成する各要素を、①ICT を活用して接続し、②相互にデータ等を監視 (モニタリング) ・発信し、③自律的あるいは他律的な制御を行い協調

² 中村：Safety2.0 の概念と鉄道における事例 第 8 回横幹連合コンファレンス (2017 年 12 月)、中村：IoT 時代の新しい安全「Safety2.0」の全貌 独立行政法人情報処理推進機構 SEC 先端技術入門ゼミ ET2017、等を基に作成

³ 一般社団法人セーフティグローバル推進機構 (IGSAP)：協調安全、Safety2.0 とは <https://institute-gsafety.com/safety2/> (2020 年 1 月 27 日閲覧)

し合うことにより安全を確保すると同時に、生産性向上やコスト削減を実現することができる。例として、画像認識によって作業者のミスや設備・部品の不具合を検知する、それら画像を AI で解析し、不具合の予兆を検知するといった先進技術を活用した取組がある。こういった安全・安心の概念あるいは概念に基づく取組を **Safety2.0** という。人と機械等が協調することで、人と機械等の各領域、両者の共存領域の安全も高く保つことが可能となる。

2016年7月に設立された一般社団法人セーフティグローバル推進機構 (IGSAP) は、協調安全と **Safety 2.0** の推進にいち早く取り組んでいる。具体的には、国際規格化活動の推進、国内外の最新安全情報の提供や経営層を対象とした人的交流、要員認証や技術認証制度の創設とその普及 (ロボット安全資格制度やセーフティオフィサ資格制度などの要員認証制度や、協調安全を実現するための新しい安全技術である **Safety2.0** への適合審査登録制度) 等の活動を行っている⁴。

(2) 国際規格化の動向⁵

Safety2.0 を国際規格化し、広く世界で活用されるため、IEC (International Electrotechnical Commission : 国際電気標準会議) 市場戦略評議会で作成する白書「**Safety in the Future**」の内容を検討する第1回の国際会合が2019年10月3日から4日にかけて東京で開催された。会合には世界8か国から19名のプロジェクトメンバーが参加し、白書の内容の方向性について認識の共有が行われた。

今後は、2020年6月の市場戦略評議会会合までに計4回の国際会議を開催し白書を取りまとめ、2020年10月のストックホルム IEC 大会 (IEC General Meeting) で、IEC 白書 (IEC White Paper) として発行される予定である。

⁴ 一般社団法人セーフティグローバル推進機構 (IGSAP) : 活動内容 <https://institute-safety.com/about/activity/> (2020年1月27日閲覧)

⁵ 経済産業省 : IoT時代の新しい安全を日本から世界に広めます <https://www.meti.go.jp/press/2019/10/20191018002/20191018002.html> (2020年1月27日閲覧) 等を基に作成

3.3 AI、IoT等の最新技術を活用した企業における先進的な労働安全対策の例

前節に示した Safety2.0 の概念（①ICT を活用して接続し、②相互にデータ等を監視（モニタリング）・発信し、③自律的あるいは他律的な制御を行い協調し合うことにより安全を確保、等）を参考に、「1.3 調査方法 ①調査対象企業の候補の選定」で実施したデスクトップ調査及び文献調査により抽出した、AI、IoT等の最新技術を活用した企業における先進的な労働安全対策での最新技術と活用の例を表 3-1 及び図 3-1 に示す。

表 3-1 AI、IoT等の最新技術を活用した企業における先進的な労働安全対策で活用されている最新技術と活用の例

最新技術	活用	内容
タブレット端末	遠隔監視、操作	タブレット端末と DCS を接続し、現場から DCS に指示を出し、設備を遠隔操作する。
アシストスーツ	作業負荷軽減	重量物荷物の上げ下げの際の身体への負担を軽減し、労働災害を引き起こさないための予防とする。
VR（仮想現実）	危険体感教育	PC や各種補助装置を使用し、視覚等の感覚に働きかけることにより、仮想的に危険を体感する。
AI、画像認識等	異常検知	作業者のミスや設備・部品の不具合とその予兆を検知する。
ウェアラブル、 携帯端末	位置測定、状態監視、 身体負荷・ストレスレ ベル測定	現場作業者の位置、状態、身体負荷・ストレスレベルを測定し、危険状態の検知や災害の未然防止を行う。
ICT	危険検知、アラーム発 信、強制停止	重機等の稼働中に現場作業者が接近した場合に、電波信号を重機等に発信し、自動ブレーキが作動することで緊急停止させる、同時に現場作業者にアラームを発信する。

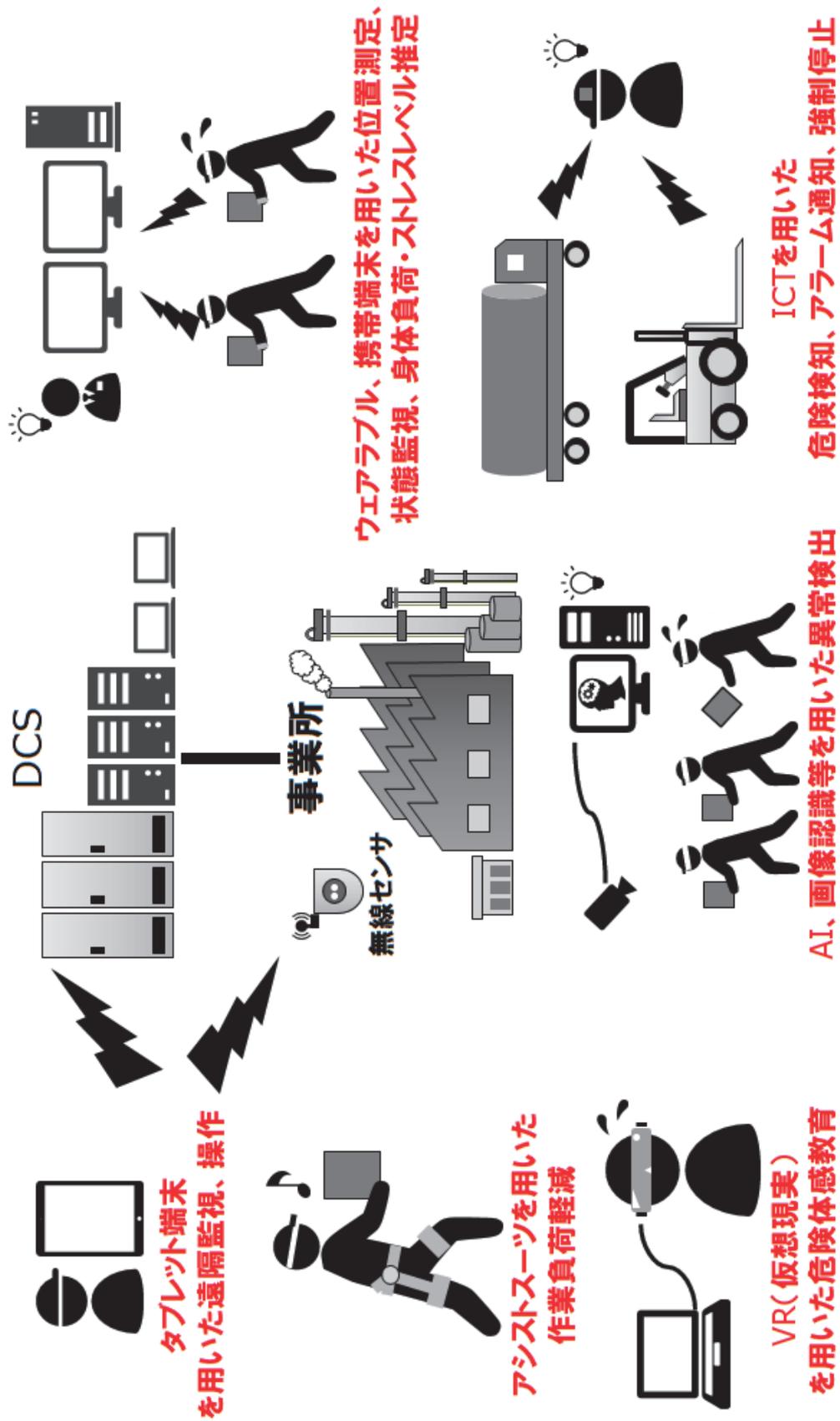


図 3-1 AI、IoT 等の最新技術を活用した企業における先進的な労働安全対策で活用されている最新技術と活用の例（イメージ）

4 ヒアリング調査

4.1 概要

製造業等を対象に、AI、IoT等の最新技術を活用した安全対策の製品・サービスを導入した企業に関するデスクトップ調査、文献調査を実施し、ヒアリング調査対象企業の候補を複数あげ、協議によりヒアリング対象企業を選定した。

4.2 にヒアリング調査対象企業選定プロセス、4.3 にヒアリング調査項目、4.4～4.9 にヒアリング調査を実施した順に、各企業の調査結果を示す。

4.2 ヒアリング調査対象企業選定プロセス

AI、IoT等の最新技術を活用した安全対策の製品・サービスを導入した企業に関するデスクトップ調査、文献調査を実施し、ヒアリング調査・現地調査対象企業の候補を抽出した。デスクトップ調査、文献調査の調査対象の一覧を表 4-1 に示す。

表 4-1 デスクトップ調査、文献調査の調査対象の一覧

調査方法	対象（情報サイト名、文献名）	発行機関等
デスクトップ 調査	日刊工業新聞 電子版 ⁶	日刊工業新聞社
	日経産業新聞 電子版 ⁷	日本経済新聞社
文献調査	スマート保安先行事例集～安全性と収益性の両立に向けて～（2017年4月） ⁸	経済産業省
	産業構造審議会 保安・消費生活用製品安全分科会 資料 ⁹	経済産業省
	統合報告書・CSR 報告書・ホームページ	国内企業各社
	プラントにおけるドローン活用事例集（2019年3月） ¹⁰	石油コンビナート等災害防止3省連絡会議
	平成30年度新エネルギー等の保安規制高度化事業（水素燃料電池ドローン等に係る基準作成の検討等に関する調査）（2019年3月） ¹¹	経済産業省（委託先：みずほ情報総研）

調査対象企業の抽出にあたっては、以下の点に留意し、スクリーニングを行った。

⁶ <https://www.nikkan.co.jp/>

⁷ https://pr.nikkei.com/lp/ss_viewer/

⁸ <https://www.meti.go.jp/press/2017/04/20170410002/20170410002-2.pdf>

⁹ https://www.meti.go.jp/shingikai/sankoshin/hoan_shohi/index.html

¹⁰ https://www.soumu.go.jp/main_content/000608704.pdf

¹¹ https://www.meti.go.jp/meti_lib/report/H30FY/000214.pdf

- ・ 製造業企業、または石油精製業、鉱業、建設・土木業といった製造業と同様に高所作業や回転機械を用いた作業現場を有する業界の企業であること。
- ・ AI、IoT 等の最新技術の活用目的が、現場作業者の安全性確保に直接関係すること。次いで、設備保全等、現場作業者の安全性確保に間接的に関係すること。
- ・ 設備稼働率の向上や管理コストの削減等、現場作業者の安全性確保に関係しないものは除外。

以上のプロセスを経て、最終的に選定したヒアリング調査対象企業を表 4-2 に示す。

表 4-2 ヒアリング調査対象企業一覧

No	企業	業種	日時	場所	調査結果の掲載 (節番号)
1	大和ハウス工業 株式会社	建設	9月20日(金) 13:30~15:30	栃木二宮工場	4.4
2	三菱マテリアル 株式会社	非鉄金属	10月3日(木) 14:00~15:15	丸の内二重橋 ビル(本社)	4.5
3	株式会社ダイセル※	一般化学	10月16日(水) 15:00~16:15	イノベーション ・パーク	4.6
4	株式会社 日立製作所	建設 ¹²	12月5日(木) 10:00~11:30	丸の内センター ビルディング	4.7
5	ダイキン工業 株式会社	一般化学	12月23日(月) 10:00~11:30	淀川製作所	4.8
6	JX 金属 株式会社	非鉄金属	1月8日(水) 14:00~15:30	JX ビル(本社)	4.9

※株式会社ダイセルは、9月12日(木)に現地調査も実施した(P25 4.6(8)参照)。

4.3 ヒアリング調査項目

2017年9月に開催された「製造業安全対策に関するトップ会談」(製造業安全対策官民協議会主催)では、鉄鋼、化学、製紙の業界団体の経営トップらが参加し、製造現場の環境変化、経営理念と安全対策等、各業界の現状を共有するとともに、安全対策において経営層に期待される役割と対応について、活発な意見交換が行われた。最後に会談の成果として、「一人ひとりカケガエノナイひと」という人間尊重の基本理念のもと、以下の4つの経営理念を含む「声明文」を公表した。

¹² 株式会社日立製作所の事業は多岐にわたるが、今回の調査対象の安全対策が対象としている業種が建設業であったため、業種を「建設」としている。

- 一、経営層がリーダーシップを発揮しつつ、安全担当や製造担当と接触し、かつ、常に現場の声を反映できるような体制の強化
- 二、設備の老朽化等の厳しい現状がある一方、技術革新を生かした新たな取組も進んでいることを踏まえた、安全への投資の促進
- 三、ベテラン職員の減少、業務アウトソーシングの増加などの環境変化を踏まえた、階層別、協力会社を含めた人材育成や安全教育の拡充
- 四、重点的に取り組むべき課題を抽出し、その原因・対策などを検討し、検討結果を業界内外に共有

本調査は、上記第四項に資するものと考えられる。さらに、本調査では、調査対象である最新技術を活用した安全対策の製品・サービスの導入が、上記第一から三項に沿ったものであることが明確となることが期待される。このことから、「声明文」の第一から三項に対応して、以下のような調査項目を設定した。

- ・ 第一項：「最新技術を活用した安全対策の製品・サービスの導入の意思決定プロセス、体制」
- ・ 第二項：「最新技術を活用した安全対策の製品・サービスの導入によってもたらされる直接的／間接的な効果とその定量化」
- ・ 第三項：「導入以前に存在していた課題」

以上を踏まえ本調査において設定したヒアリング調査項目の概要を表 4-3 に示す。

表 4-3 ヒアリング調査項目の概要

No	項目	内容
1	基本情報	<ul style="list-style-type: none"> ・ヒアリング対象の安全対策の製品・サービスが導入されている事業所の人員規模 ・労働災害の発生状況
2	調査対象の安全対策の製品・サービス	<ul style="list-style-type: none"> ・機能、内容、活用状況 ・導入の目的・背景、導入前に存在していた課題
3	導入に際しての意思決定プロセス	<ul style="list-style-type: none"> ・事業所の現場と経営トップの課題の共有の方法 ・課題解決の検討体制 等
4	導入の決定から利用開始までに要した期間及び手順	<ul style="list-style-type: none"> ・リードタイム ・実証や横展開の状況 等
5	導入によってもたらされた価値と、そこから波及する効果	<ul style="list-style-type: none"> ・課題解決の状況 ・直接的あるいは間接的にもたらされた価値並びに定量化状況

No	項目	内容
6	課題	<ul style="list-style-type: none"> ・新たに発生した課題 ・課題への対応方法 ・新たな課題が特になければ、その成功要因

4.4 大和ハウス工業株式会社

(1) ヒアリング調査対象者・導入している対策

ヒアリング調査の対象者の概要を表 4-4 に示す。

表 4-4 ヒアリング調査対象者概要（大和ハウス工業株式会社）

所属	部署・役職等
大和ハウス工業株式会社	栃木二宮工場工場長、課長、主任 生産部生産購買商品開発グループ上席主任 ヒューマン・ケア事業推進部ロボット事業推進室の方
CYBERDYNE 株式会社	営業部門の方

導入している対策は、CYBERDYNE 株式会社製の装着型サイボーグ「HAL®腰タイプ作業支援用¹³⁾」（以下、「HAL」）を中心としたアシストスーツである。

(2) 対策を導入している事業所の規模・労働災害の発生状況

① 事業所の規模

事業所の規模（2019年9月時点）は、約700人で、そのうち90%弱が現場作業員である。

② 労働災害の発生状況

度数率の5年間の平均は1.88、強度率は0.02である。栃木二宮工場の度数率は0.8であり、ここ数年の推移では、OSHMSの導入やベテラン作業員の退職や新規の入所者の増加等によって、変動している。

(3) 導入している対策の概要

重量物等を持ち上げるとき腰の負担となるが、HALを中心としたアシストスーツを使用することにより、荷物の上げ下げの際の腰への負担を軽減し、労働災害を引き起こさないための予防となる。

¹³⁾ 「HAL®」「装着型サイボーグ HAL®」は CYBERDYNE 株式会社の登録商標。

装着型サイボーグHAL®を中心としたアシストスーツ導入による作業環境改善

安心して仕事ができる、安全で快適な作業環境づくり（働き方改革）

HAL®を中心としたアシストスーツ技術の導入により、
女性や高齢者（熟練作業員）等誰もが働きやすい職場環境の実現
（新たな雇用の拡大、職業寿命の延伸）

①HAL®作業支援用の運用定着

- ・作業現場における課題の改善
- ・定量評価による最適ライン選定
- ・各工場フォロー計画
- ・研修、教育計画プログラムなど



②「きつい」各作業現場で活用できる

他社製品の選定及び導入検討

- ・他社製品の試行検証、導入検討
- ・評価方法の確立



アシストスーツ導入による身体負荷の軽減により、
製品品質の向上、作業性改善、安全リスクの軽減などにつなげる。

図 4-1 導入している対策（大和ハウス工業株式会社）¹⁴

また、大和ハウス工業株式会社では、一番は安心して仕事ができる安全で快適な作業環境づくり、働き方改革を目指しており、HAL を中心としたアシストスーツの導入は、女性や高齢者、誰もが働きやすい作業環境の実現に向けた取組の一つである。

(4) 対策導入の意思決定プロセス

2015年には、腰用のHALの販売が開始され、大和ハウスグループで10台の導入と現場実証をリリース発表しており、まずは3年かけてグループ会社を含めた使う場所と使用方法の検証をスタート。その結果、工場作業での重筋作業をはじめとする作業負担の軽減にマッチしていると判断して、2018年4月に30台の全国9工場への配置が決定されることとなった。

(5) 導入の決定から利用開始までに要した期間及び手順

2018年4月に工場への導入が決定してから、速やかに利用を開始している。

(6) 対策導入によってもたらされた価値と効果

誰もが働きやすい作業環境の実現は、身体の負担や疲労感の低減につながり、熟練された作業員が長く安心して働けることで、ひいては、災害の改善にもつながることも期待される。また、離職者、休職者の減少も、おそらく今後効果の1つの要因として、出てくるのではと期待されている。

¹⁴ 大和ハウス工業株式会社からの提供資料を基に作成

表計算シートに各工場の重筋作業の項目を入力すると、どのアシストスーツが当該作業に適しているかを客観的に評価すると同時に、重筋作業の負荷の指数を使用し、コスト評価までできる仕組みを検討している。具体的には、METs という運動強化の単位を用いて各要素時間と時間単価を掛け合わせて重筋作業のコストを出し、何の装置も装着していないコストと各アシストスーツを装着した際のコストを算出することができるようになっている。

社会的信用の向上の部分では、取材数も増えてきており、工場見学、来場者数という点で、工場を見学という目的で来る人のほか、奈良工場で HAL の体験ブースを作る等、最近 HAL を目的に工場に来る人も増えてきている。

(7) 課題

導入してから 1 年程度経過した時点で各工場の使用状況にばらつきがあった。ばらつきの原因と対策について、表 4-5 に示す。

表 4-5 HAL 使用状況のばらつきと対策

原因	対策
HAL の正しい適正装着位置より大分上に装着する等、導入した工場によっては、興味と正しい知識が不足していて、場内の装着者に正しい指導が出来ていなかった。	ベンダである CYBERDYNE 株式会社の本社でワークショップを 3 回開催し、アシストスーツに興味を持ってもらう取組を行った。 全国工場の HAL の管理者が参集し、アシストスーツのメカニズムや各工場から、“こうしたら装着率が上がるのでは”という意見交換を実施し、意識付けを図る取組も実施している。
効果が出る作業現場を特定していたが、同じような作業であっても工場ごとに作業現場が異なっていた。	現在、表計算シートに各工場の重筋作業の項目を入力すると、どのアシストスーツが当該作業に適しているかを客観的に評価できる仕組みを検討している。これにより、アシストスーツの適正配置及び今後の導入計画策定の材料とすることができる。
30 台の導入に関して、計画的な配置ではなく、均等割して導入した。	

HAL 自体の課題や要望と対策について、表 4-6 に示す。

表 4-6 HAL 自体の課題や要望と対策

課題	対策
当初導入された機種ときはシールタイプのセンサを腰に貼り付け、ケーブルで接続し本体と繋ぎ信号をロボットに送るという仕組みを使用していた。しかし、腰に貼るといのは慣れない方には難しいという声が多かった。	新機種ではセンサベルトで巻くタイプのものをして簡単にセンサを取り付けることが出来るということセットに販売をスタートした。 2019年の6月からセンサを使わないモードを追加し、初心者や中腰姿勢の多い作業員が速やかに使用できるようになった。今回のモード追加は、作業員を対象としたアンケートでの評価も非常に高い。
新機種になって、防塵防水の機能も付いたが、カバーがほしいという声があった。	試作として市販のカバーを流用して対応。
作業現場によっては HAL では全てをカバーしきれないところも分かってきた。	現在は HAL 以外の機器についても検証を進めている。先述のセンサを腰に貼る HAL 以外に、足や腕をサポートする内容や、様々な内容のアシストスーツがあり、適材適所での活用を考えている。

4.5 三菱マテリアル株式会社

(1) ヒアリング調査対象者・導入している対策

ヒアリング調査の対象者の概要を表 4-7 に示す。

表 4-7 ヒアリング調査対象者概要（三菱マテリアル株式会社）

所属	部署・役職等
三菱マテリアル株式会社	ガバナンス統括本部安全・環境部安全衛生室長、室長補佐

導入している対策は、三徳コーポレーション株式会社が開発した「VR 危険体感装置」（以下、「VR」）である。

(2) 対策を導入している事業所の規模・労働災害の発生状況

① 事業所の規模

三菱マテリアル株式会社の規模は、単体 4,807 人、連結 28,426 人である。事業所ごとの正規職員、非正規職員、協力会社社員の割合については、事業所ごとに業種業態が様々で協力が全く無い事業所や、半分以上協力が会社が作業を行っている事業所もある。

② 労働災害の発生状況

三菱マテリアル株式会社全体の度数率は、2016年度で0.18、グループ会社で0.46となっており、それ以前は0.2～0.9程度となっている。

(3) 導入している対策の概要

VRは、PC、ゴーグル、人が乗る台を含め刺激を与える装置、人の姿勢を検知するセンサー等で構成される。ゴーグル等の各種装置を身に着けた後、ガイドの指示に従って指定の動作をこなすことで進行する。

各工場を取材して実物大のCGと工場の写真を組み合わせる等、身近に感じられる内容となっている。実際に、作るときに取材に行き、コンテンツになるような内容の画像を撮ってきて、合成して3D用に仕上げた。各工場ですべて実際に起こった災害事例を参考にしたオリジナルのシナリオを作成した。シナリオは現在10本ある。

ドライバーや可動式の床等の補助装置を使用し、爆発時の熱風や落下時の衝撃等、視覚だけではなく様々な感覚に働きかけることによる、よりリアルな体感が得られる。

VRについては、事業所に貸し出しをしているので、当該事業所での作業のために入ってきている外注会社に同様に体験してもらうのは可能となっている。ただし、VRのコンテンツの著作権は制作会社にあるので、そことの契約に基づく許諾の範囲がある。

VRは常設しておらず、事業所への貸出のみである。貸出のための輸送は、2人いれば行うことができる。

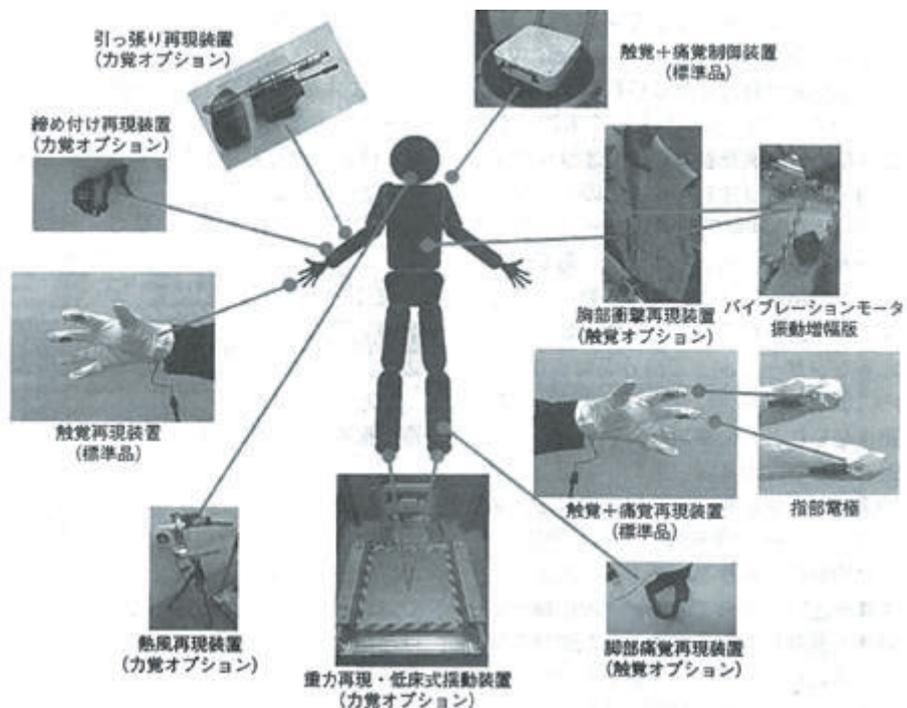
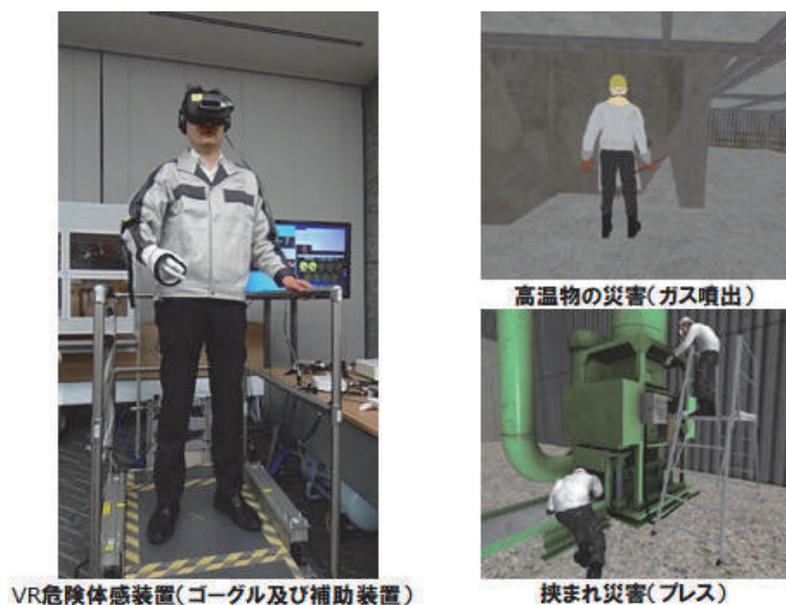


図 4-2 導入している対策（三菱マテリアル株式会社）¹⁵

(4) 対策導入の意思決定プロセス

三菱マテリアル株式会社の安全衛生教育センターでは、50種類くらいの危険体感が可能である。一方、事業所には、大きな事故が起こる、大型クレーン、溶解炉、セメント、キルンといった多様な設備があり、それらの設備は体験するのも難しい。また、従前、過去の災

¹⁵ 三菱マテリアル株式会社からの提供資料を基に作成

害を CG 映像にしたものを安全教育に活用していたが、基本座学であり、臨場感に欠ける。これらを補完する形で、大きな設備の体感が可能で、より臨場感を味わえ、教育の効果が高い VR を導入した。

VR が導入された当時、グループの安全衛生を推進するために設置された「ゼロ災推進委員会」の委員長を務める副社長の、従来どおりの安全対策だけでなく、できることは何でもやってみようという発想が大きく寄与した。聞くところによると、副社長が、様々なところで見聞きし、検討の指示が出て導入の検討が始まった。

(5) 導入の決定から利用開始までに要した期間及び手順

1 台目は、意思決定から 1 年後の 2018 年に導入された。2、3 台目は 2019 年 8 月の終わりに導入された。導入の計画段階で、事業所の数や VR が壊れたときのバックアップとして 3 台は必要と考えられた。4、5 台目は未定である。

VR の開発費用は数百万円である。また、VR の各事業所への貸し出し時に、受け入れ、運用する事業所において人件費が発生するほか、VR を貸し出す側の担当者が 1 日事業所に出向き、VR の輸送・組み立て・設置、事業所のインストラクターの教育と引き渡しを行うため、2 日分の関連する費用が必要である。

(6) 対策導入によってもたらされた価値と効果

会社としてこれだけ色々なことを安全のために行っている姿勢を従業員に示すという面で、新しい手立てを構築していくということのメリットがあることが期待される。すなわち、安全について指示するのみならず、会社として対策を考えているので、従業員全員で一緒に取り組もうという目に見える形の安全の投資みたいな効果が期待されている。従業員の意識が少し変わってくると、長い目で見て会社のためになることが期待されている。

費用対効果といった金額に換算した効果では評価は困難と考えられている。安全は結果であり、費用対効果というところは、派生して自ずとついてくるという感覚で取り組まれている。三菱マテリアル株式会社社長が掲げる「安全と健康は全て優先する」に尽きる。

対外的には、中災防、業界団体で、セメント協会新聞の取材があった。また、日本工業協会の見学もあった。

(7) 課題

VR の開発では、ベンダの協力のもと、可能な限り現実に近い感覚が得られるように、台が動いたり、振動したり、爆発で熱風を感じたりすることができるようになっており、それらの機能の実装に苦労した。

VR の管理は三菱マテリアル株式会社が行っている。実際には物は各拠点を回っており、各拠点で運用もしている。その中で、不具合やトラブルが発生しており、特に、導入して 1 年なので初期トラブルが散見される。

VRは貸出を行っているため、VRを用いてどのような教育を行っているか、教育効果が出ているのかまでは把握し切れていない。設置までは本社の担当者が行っても、その後の、日々のインストラクターのレベルの維持・向上は遠隔だと困難なため、今後可能性のある人たちを集めて、インストラクター教育等を本当はやっていかなければいけないと考えられている。

2回も体感すると感動は薄れる。新入社員・中途採用者等には引き続き実施するものの、新たな仕掛け・コンテンツを考えることが必要となる。新しいタイプの災害が発生した場合、シナリオに追加し、体験者を増やすことになる。

4.6 株式会社ダイセル

(1) ヒアリング調査対象者・導入している対策

ヒアリング調査の対象者の概要を表 4-8 に示す。

表 4-8 ヒアリング調査対象者概要（株式会社ダイセル）

所属	部署・役職等
株式会社ダイセル	生産技術本部生産革新センター所長 事業創出本部生産技術センターメカトログループリーダー

導入している対策は、株式会社ダイセル播磨工場に導入されている、株式会社日立製作所と共同開発したインフレータ生産ライン統合管理システム（以下、「統合管理システム」）である。

(2) 対策を導入している事業所の規模・労働災害の発生状況

① 事業所の規模

播磨工場の規模は、約 1,500 人で、そのうち約半分が現場作業員である。

② 労働災害の発生状況

播磨工場の度数率は 1.5 程度で、2018 年の度数率は増加したが、これは播磨工場構内の歩行中に足を怪我したり、ドアを開けるときにぶつかったり、といった労働災害が 4 件発生したことによる。

(3) 導入している対策の概要

統合管理システムは、「ダイセル式生産革新」（発生しても大事に至らない取組、リスクをゼロに近づける取組）の一環として、製造管理システムとの連携により、品質保証を代表点管理から、4M（Man、Machine、Material、Method）の全点管理を行うべく、株式会社日立製作所との協業により、作業員のミスや設備・部品の不具合とその予兆を検知する先進的

画像システムとして構築した。

具体的には、インフレータ生産管理に関する映像を連続点管理し、そのデータを蓄積、解析することで予防処置、流出防止、作業改善に活用し、品質のトレーサビリティを強化するシステムである。

現場作業者に対しては、逸脱作業時のアラーム発信や、データ解析による具体的な作業改善、再教育の材料とする。

設備に対しては、重要工程の品質チェック、製品に対しては、アラーム発信と流出防止（見落としの防止）といった品質チェックを行う。

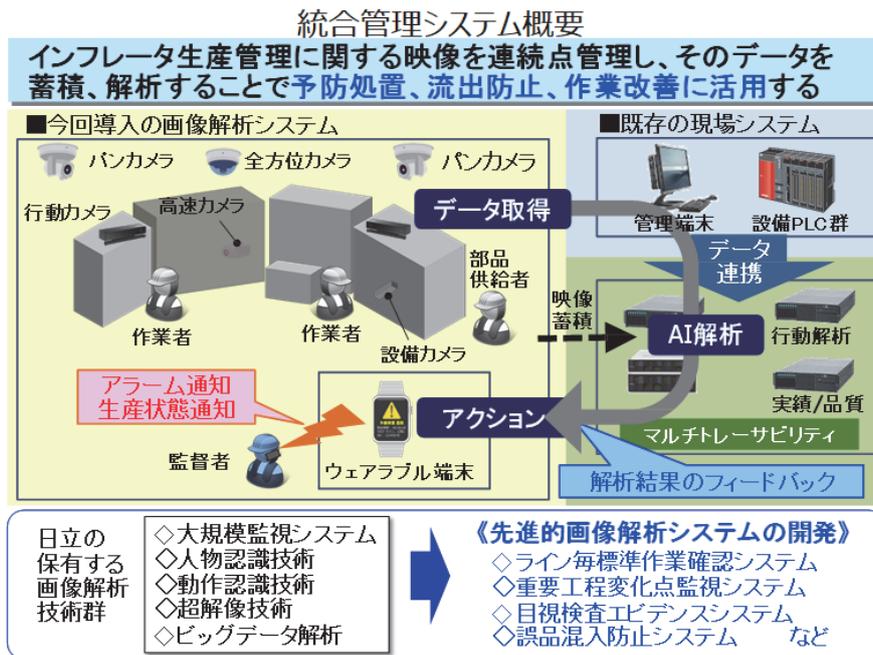


図 4-3 導入している対策（株式会社ダイセル）¹⁶

(4) 対策導入の意思決定プロセス

株式会社ダイセルで火工品の事業を始めてから、何度か製品の不具合が発生し、リコールも起きていた。その場合は、顧客に原因や対策等を説明する必要があるが、その場合は設備内に格納されているデータ、現場で人が管理しているデータ、部品のデータ等、多種・大量のデータを参照・調査する必要があり、大きな負荷がかかっていた。リコールは、不具合の原因を把握し、エビデンスを提示できないことには範囲を決めることができない。そこで、不具合の原因を特定できる画像が残されていれば範囲を特定できることから、画像で全点管理を行うニーズが強まった。

また、従前取り組んできた、作業工程における人為的なミス未然防止や異常が発生しても大事に至らない取組を強化する必要もあった。

¹⁶ 株式会社ダイセルからの提供資料を基に作成

経営の観点からは、リコールが起こった場合においても、画像という証拠が残されているので、現場作業者がより安心して作業でき、ミスが起こりにくい環境を構築できると考えられた。

その中、2015年に、株式会社日立製作所の研究所で画像解析に関する様々な技術を拝見した際に、自社の製造現場に適用できるものが開発できると考えられた。

(5) 導入の決定から利用開始までに要した期間及び手順

2015年12月から画像解析システムの実証実験を開始し、2016年6月に播磨工場の生産ラインへの導入を完了させている。ただし、全部が完了したのではなく、統合管理システム自体もまだまだブラッシュアップしている。

2018年から海外へも展開しているが、事業所で適用できた画像解析、データの管理のシステムをアジア、中国、タイ、韓国あたりに展開している。アジアは日本と同じ考え方で、標準作業で徹底しているが、欧米は標準作業ではなく気質として自由に作業を行うところがある。このため、システムの導入では、現場の特性に合わせる必要がある。

播磨工場内には、10数ラインあるが、現在7～80%に導入している。導入は段階的で、これはラインごとに生産の手順、レイアウト、製造する品種も工程も人数が異なるために、ラインごとにシステムを構築する必要があるためである。

実証時は3ラインであった。選定した3ラインは、元々生産していた比較的古い、某社のバックアップ生産を行ってきたラインである。バックアップ生産という位置付けもあり、不具合の発生の回避のため、このシステムを導入した。

(6) 対策導入によってもたらされた価値と効果

統合管理システムの直接の効果は、以下のような品質の基盤強化とトレーサビリティの強化である。

- ・ 万が一、製品の不具合が発生した場合に、数億円規模の損失が発生するため、未然に防ぐ必要があり、システムの導入により顧客からの信頼を得ることで機会損失の防止につなげることが可能となる。
- ・ 万が一、製品の不具合が発生した場合に、原因を特定し、リコールの範囲を確定する時間を、従前、数日間かかっていたものが、数時間単位で出せるようにすることによって、早く顧客に不具合の場所を伝えられ安心してもらえることが可能となる。
- ・ 一方、生産性の向上を主眼としたシステムではないため、システムで取得できるデータを使って、改善してようやく生産性に関する成果が得られると考えられている。費用としての換算は、現在は難しい。

間接的な効果としては、こういった取組の情報発信を行うことで評判の向上がある。現在、

網干工場と播磨工場とセットで工場見学を行うこともある。

現場で何かあったときは映像が残っているので、すぐに目視確認して、まずは一安心できる、原因の特定と対策ができる、といった安心感は実際に出てきていると考えられている。

(7) 課題

統合管理システムには、カメラが多数取り付けられており、大量のデータが随時蓄積される。それらデータの保管・活用を、いかにして容易に行うかが課題とされている。

将来的には、様々なデータを現場の管理データ、加工データ、それをデータとして一元化できれば、そのデータを解析し予兆検知、不具合を未然に防ぎたいと考えられている。

統合管理システムの画像解析の精度も課題とされている。現場には色々な人がいるので、体格、身体サイズや癖もあり、作業者によって異なるほか、同じ作業者であっても、日によって動作や動きが変わったりするため、100%の精度での検知は難しいとされている。そのため、誤判定の場合は、それを本人にすぐ伝えているわけではなく、監督者がまず確認を行っている。

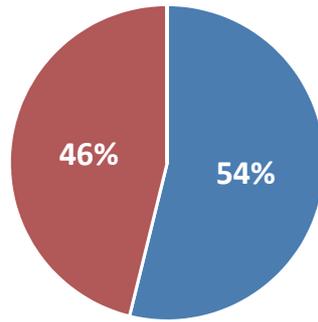
統合管理システムの敷設においては、ベンダの担当者も実際に現場に入り、密にコミュニケーションを行い、共同で作業を行った。具体的には、現場作業者の実際の作業から、現場の監督者の管理、帳票と収集しているデータまで全てベンダに提供し、不具合がどこにあり、どこにどういうカメラをつける等、という検討から一緒に行った。システム自体も、どういうシステムをイメージしているのか、こういう機能があればという要望を出して、作り上げた。

(8) 現地調査

統合管理システムについては、2019年9月12日（木）に株式会社ダイセル播磨工場にて製造業安全対策官民協議会主催により現場調査が行われ、学識経験者、製造業、鉱業、各業界団体の関係者らが参加した。現地調査では、株式会社ダイセルによる説明、工場見学会及び意見交換会が実施された。

現地調査参加者を対象に、今後の調査の参考とするため、アンケートを実施した。図 4-4 に今回の現地調査が参考になったかどうか、理解度及び現地調査の今後の開催に関する集計結果を示す。参加者全てが、現地調査は参考になり、理解できた（4 または 5）と回答し、今後の開催に好意的（「定期的な開催を希望」または「不定期でも開催した方が良い」）であった。

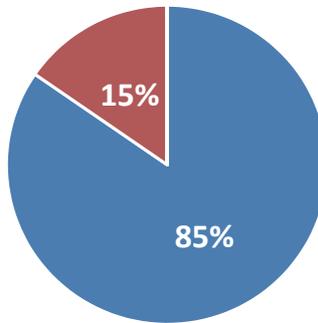
参考になったか



■ 5 ■ 4 ■ 3 ■ 2 ■ 1

大変参考になった 5…4…3…2…1 全く参考にならなかった

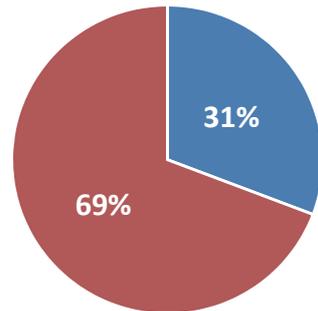
理解度



■ 5 ■ 4 ■ 3 ■ 2 ■ 1

よく理解できた 5…4…3…2…1 全く理解できなかった

今後の開催



■ 定期的な開催を希望したい
■ 不定期でも開催した方が良い
■ 分からない

図 4-4 現地調査アンケート集計結果

4.7 株式会社日立製作所

(1) ヒアリング調査対象者・導入している対策

ヒアリング調査の対象者の概要を表 4-9 に示す。

表 4-9 ヒアリング調査対象者概要（株式会社日立製作所）

所属	部署・役職等
株式会社日立製作所	バリューチェーン・インテグレーション統括本部バリューチェーン・インテグレーション推進本部工事調達部担当部長、シニアアドバイザー

現在実証を行っている対策は、自社開発の屋内外シームレスな建設現場作業モニタリングシステム（以下、「モニタリングシステム」）である。

(2) 対策を実証している事業所の規模・労働災害の発生状況

① 事業所の規模

実証を行ったある作業現場では、最大 400 名が作業従事者である。そのうち、職種をある程度限定し、最大 200 名の作業者のモニタリングを行った。

② 労働災害の発生状況

国内のグループ会社全体の年千人率は、ここ数年 1.5～1.8 で推移している¹⁷。

(3) 実証・導入している対策の概要

モニタリングシステムは、作業者が装着しているヘルメットに端末を装着、同時に作業車に端末を取り付けることにより、それぞれの位置や作業状態を把握することができるシステムである。

端末に装備された各装置・機能により、作業車・作業車について以下を把握することができる。

表 4-10 モニタリングシステムが把握可能な事項

対象	装置・機能	把握可能な事項
作業車	(作業車位置) ・ビーコン（屋内：作業現場の仮設照明に取り付けられたビーコンの信号を受信した端末が	・屋内と屋外で、それぞれビーコンと GPS によって、位置をシームレスに把握。 ・把握した位置を基に、予め設定した立ち入り禁止区域に侵入した作業車への警報発信を行う。

¹⁷ 日立 統合報告書 2019（2019 年 3 月期）

対象	装置・機能	把握可能な事項
	ビーコンと端末の情報を基地局に送信) ・GPS (屋外)	・作業者の位置が長時間変わらない状態 (物にもたれかかって動かない、等) を把握。
	・3軸加速度センサ	・作業者の姿勢を把握し、転倒等の異常を検知。
	・気圧センサ	・高所作業等を行う作業者の高さ位置を把握。
	・WBGT (湿球黒球温度) 計測器	・作業現場に設置された計測器から基地局に送信された作業エリアごとの WBGT 値に基づき、熱中症に係る環境情報を作業者に分かるよう大画面で表示。 ・当該エリアにいる作業者への警報発信。
作業車	(作業車位置) ・ビーコン (屋内: 作業現場の仮設照明に取り付けられたビーコンの信号を受信した端末がビーコンと端末の情報を基地局に送信) ・GPS (屋外)	・屋内と屋外で、それぞれビーコンとGPSによって、位置をシームレスに把握。
	・3軸加速度センサ	・作業車の稼働・不稼働を検知。

作業者は、日によって出入りがあるため、端末は個人へ貸与するのではなく、日ごとに安全講習証明 (ID カード) と端末のバーコードをリーダーに読み込ませ、端末と作業者の紐付け、認証を行う。作業終了時には、返却の認証を行い、端末の返却/貸与状態を把握する。



図 4-5 実証・導入している対策 (株式会社日立製作所) 18

18 株式会社日立製作所からの提供資料を基に作成

(4) 対策の開発の意思決定プロセス

政府「未来投資会議」が指摘している建設現場生産性向上、産業界全体での労働安全の向上、建設機械の効率化等の発注最適化の必要といった背景から、建設現場状況の可視化、DB化等情報基盤の充実を目的として、開発を行っている。

具体的には、従前、株式会社日立製作所（グループ会社含む）で受注したプラント等の建設事業において、建設機械の効率化等の発注最適化の活動は行っていたが、建設現場にIoTを導入しより多くのデータを収集することによって、さらなる効率化を図ることができると考えたことによる。

(5) 開発の決定から利用開始までに要した期間及び手順

株式会社日立製作所（グループ会社含む）が発注した新築ビル建設工事（工事自体は大手ゼネコンに発注）において、昨年から2回目の実証を行っている。また、グループで受注した工事案件を対象に実証2回を行っている。今までのシステム実証の実施場所は、6か所である。

システムの設置、モニタリング対象情報や図面登録を行い1週間程度で稼働できる。現在は実証段階であるが、端末は数百台製造し、月ごとの数千円程度の料金を設定したレンタル制を想定している。アプリケーション使用料、種々の端末、PC、アンテナ、ビーコン等及びシステム全体の設置費用、データ集約の費用を含んだ料金を想定している。事業化では、システム設置・登録作業の簡略化、クラウドサービスによりコスト削減を図る予定としている。

今後、株式会社日立製作所で発注した建設工事及び受注した建設案件すべてにシステムを導入することを必須とすることを検討している。

(6) 対策導入によってもたらされた価値と効果

モニタリングされているという意識により安全意識の向上、具体的には、作業現場移動の近道行為、非効率な作業、立ち入り禁止区域への侵入の抑止といった効果があると考えられている。また、作業者の行動を可視化することにより、作業者への適切な指導（特に新規入所者）、作業者の労働の対価を正しく把握することが可能となることが期待されている。作業の効率化や生産性の向上について、データに基づくコミュニケーションが監督者と現場作業者で可能となることが期待されている。

また、作業車や機材の稼働／不稼働状態を把握することにより、新たな建設事業における作業車や機材の効率的な導入等の計画検討の材料となると考えられている。

建設業は、製造業とは異なり、事業ごとに作業現場、作業者や建設対象の広さ・高さ・大きさが異なり、作業現場の改善を図り、安全を確保する上で考慮しなければならない要素が多いと考える。モニタリングシステムは、それら要素である作業に係るデータをデジタルで収集・蓄積していくことにより計画精度向上、現場作業改善、効率的な安全対策の実施等が期

待されている。

費用対効果の面では、モニタリングシステムの導入より労働災害の発生を抑止することができるとするならば、労働災害の発生により要する費用が正にシステムの導入によりもたらされる便益と考えられている。

建設業界においては、高齢となった作業者の退職は継続して発生するが、昨今、若年層の新人が中々入ってこない実情がある。また、外国人の作業者も増加傾向にある。こういったシステムを導入することにより、若年層や外国人の労働者にとって安全で働きやすい現場となることが期待されている。モニタリングシステムについてニュースリリースをした後、化学工業、鉄鋼業事業者、海外からも問い合わせを受けている。

(7) 課題

モニタリングシステムの課題と対策について、導入初期には、端末の返却を忘れ、ヘルメットに装着したまま退所・帰宅する作業者がいたが、新しく導入したシステムへの作業者の対応のための教育を入所教育に導入し、未返却者を記録元請担当に自動配信する機能を導入した。

モニタリングシステムの運用では、作業者のプライバシーに配慮するよう気を付けている。また、ゼネコン各社や株式会社日立製作所で、モニタリングシステムによって把握される個人情報について、業界標準の取り決めを作る必要も今後出てくることが考えられている。

4.8 ダイキン工業株式会社

(1) ヒアリング調査対象者・導入している対策

ヒアリング調査の対象者の概要を表 4-11 に示す。

表 4-11 ヒアリング調査対象者概要（ダイキン工業株式会社）

所属	部署・役職等
ダイキン工業株式会社淀川製作所	化学事業部製造企画部生産・業務革新担当課長、 生産革新グループの方

ダイキン工業株式会社では、「安正早楽（安全・正確・早い・楽に）」をキーワードに、あらゆる改善を進めており、近年は人のノウハウに加え、IT 等を使った改善の取組（IT 活用による属人的ノウハウの標準化、従前人が行っていたことの強化）を行っている。

同社の淀川製作所では、業界紙、展示会、業界や社外関係者やベンダからの情報・売り込み等を通じて、技術動向・進化を常にウォッチし、労働安全・設備安全の寄与を目的とした現場への導入について検討している。

導入している対策の一つに、富士通株式会社製バイタルセンシングバンドを用いた熱中

症対策がある。

(2) 対策を導入している事業所の規模・労働災害の発生状況

① 事業所の規模

淀川製作所の規模は 700 人弱で、そのうち約 60%が現場作業員である。その他、企画、調達、品質保証に係る作業員、非正規職員、協力会社がいる。正規職員、非正規職員、協力会社について、原則、安全対策は同様に実施している。

② 労働災害の発生状況

バイタルセンシングバンド導入前は、熱中症の疑いがあると考えられる作業員が散見されていた。

(3) 導入している対策の概要

従前の作業員への対面ヒアリングに加え、バイタルセンシングバンドを用いた作業員の状況の可視化を行っている。これは、作業員の状況管理によるパフォーマンスの調整・維持（特に熱中症の回避）を目的としており、図 4-6 に示すように、構内で最も過酷な屋外及び高温熱源のある屋内で、3 交代勤務、1 人作業が発生する環境下を対象に、バイタルセンシングバンドにより作業員の状態を可視化し、予めチューニングした「熱ストレス」と「身体負荷」のアラーム基準に応じてアラームを発信、また、監督者が場所を問わず作業員の体調や状態を一覧で確認できるスマートフォン用アプリを開発し、利用するものである。

温度と湿度によるアラームの発信頻度は多いが、心拍数を加えたアラームは、今年度は 1 日 1 件あるかないか程度の発生となっている。アラームが発信された場合は、作業員は休憩を取る運用になっている。



図 4-6 導入している対策の一つのバイタルセンシングバンドを用いた作業員の状況管理によるパフォーマンスの調整・維持（ダイキン工業株式会社）¹⁹

¹⁹ ダイキン工業株式会社からの提供資料を基に作成

(4) 対策導入の意思決定プロセス

4 年程度前に、熱中症の疑いがあると考えられる作業者が散見されていたことを背景に、現場からのボトムアップにより、対策の検討が行われ、経営層の判断により対策は全体で共通して展開できるようなものとし、バイタルセンシングバンドを導入することとなった。

(5) 導入の決定から利用開始までに要した期間及び手順

5～6 月に検討を開始し、7～1 月に淀川製作所で PoC を実施し、導入を決定した。その後、鹿島製作所への展開や、他の事業部からも問い合わせがあった。

(6) 対策導入によってもたらされた価値と効果

これら対策の導入によって、熱中症の疑いがある作業者は減少した。また、取組の実施の間接的な効果としては、今回の調査のような対外的な問い合わせの対応の増加がある。また、誰でも安心安全にプラントを操業させること、新しいことへの取組の PR は、人材の採用に好影響を与えられている。

(7) 課題

対策の導入、取組の実施における課題と対策について表 4-12 に示す。

表 4-12 対策の導入、取組の実施における課題と対策（ダイキン工業株式会社）

課題	対策
取組を導入するにあたっては、仕様を決定し、導入後に、職場ごとの慣習・風土・ニーズ等の違いを背景として、手戻りが発生することがあった。	初期から多くの機能を具備した取組を導入するのではなく、最低限の機能を具備した「スモールスタート」を行い、全体展開している。
取組の運用段階においては、新しい取組の導入による作業量の増加に対する嫌気が表面化した。	新しい取組の導入を含めた作業全体の効率化、余裕の創出（例：RPA による間接業務の削減、紙面ベースの作業の電子化）についても検討した。
従前の手段の変更、導入初期の混乱、携行品の増加（例：バイタルセンシングバンドは、手首へのバンド装着とスマートフォンの携帯が必要）に対する嫌気も表面化した。	スマートフォンの必要な機能と普段から携帯している無線機の統合を検討している。 バイタルセンシングバンドの既成品は手首用しかなかったが、ゴム手袋装着者のために上腕装着用のバンドの開発、といった協力をベンダからもらった。

課題	対策
	また、バイタルセンシングバンドの導入においては、ベンダにより状況把握画面や通信用のアプリをダイキン工業株式会社用に開発されている。
バイタルセンシングバンドについて、導入初期には、それらを制御するシステムでエラーが発生した、誤報が多い等の苦労があった。 2019年夏に着用しているにもかかわらず、着用が認識されなかったトラブルがあった。	トラブルについては、ベンダである富士通株式会社との協力（電子メールによる相談、月2回の会議等）により解決した。

なお、バイタルセンシングバンドについては、現在、今までの運用によって得られたデータの活用を検討する段階、すなわち熱中症が発生しない職場環境への改善に移行している。

4.9 JX 金属株式会社

(1) ヒアリング調査対象者・導入している対策

ヒアリング調査の対象者の概要を表 4-13 に示す。

表 4-13 ヒアリング調査対象者概要（JX 金属株式会社）

所属	部署・役職等
JX 金属株式会社	環境安全部主任技師、技師

導入している対策は、JX 金属株式会社のグループ会社であるパンパシフィック・銅工業株式会社の佐賀製錬所に導入されている、ICT（RFID）を用いた株式会社 NIPPO が開発した重機自動停止装置「Worker Safety System」（以下、「WS システム」）である。

(2) 対策を導入している事業所の規模・労働災害の発生状況

① 事業所の規模

佐賀製錬所の規模（製造に係る人員および一般管理に係る人員の合計人数。2019年11月時点）は、約1,100人で、事務部門を除く人員は約80%である。

② 労働災害の発生状況

佐賀製錬所の年千人率はここ数年4.0弱～7.0弱で推移している。

(3) 導入している対策の概要

WS システムは、重機等に発生させた磁界内に IC タグを装着した現場作業者が誤侵入した場合に、IC タグが電波信号を重機等に発信し、自動ブレーキが作動することで緊急停止させるシステムである。反応の範囲は調整可能であり、佐賀製錬所では対象の重機、作業に応じて設定しているが、半径約 7m 程度が多い。

佐賀製錬所では、300 個の IC タグが用意されており、重機が出入りする現場作業者を対象に配布され、現場作業者は作業に従事する際にタグの装着を行っている。なお、稼働している重機は 95 台である。該当する現場作業者は予め特定されているが、顧客や巡視の管理職の方が重機作業エリアに入る場合は、IC タグを装着する場合もある。

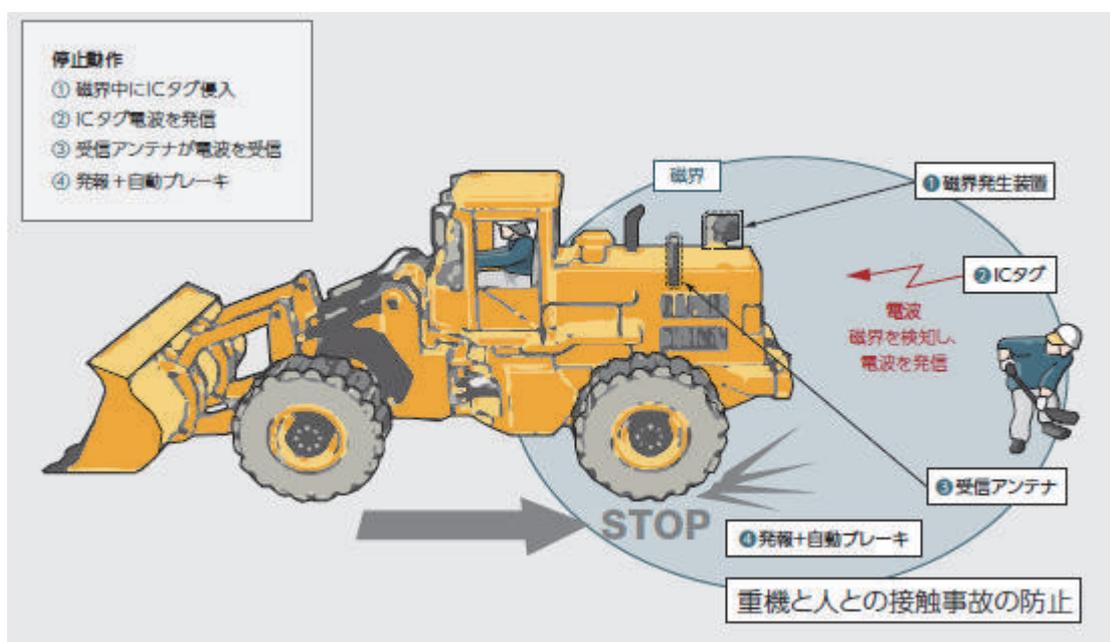


図 4-7 導入している対策 (JX 金属株式会社) ²⁰

(4) 対策導入の意思決定プロセス

リスクアセスメントにおいて、重機や車両が原因の労働災害はリスクが高いと判断され、リスク低減の対策は講じていたが、事業所で 2017 年に重機と人の接触による労働災害が発生した。

一方、JX 金属株式会社では、副社長をリーダーとする、IT、IoT 等の先進技術の導入や安全対策等を検討するチームが、企業として予算を確保した上で稼働している。2017 年の事故を受け、リスク低減の対策について迅速に検討が行われ、2018 年の実証期間を経て導入が決定した。なお、2018 年の実証期間中に、実際の作業中に WS システムが作動した実

²⁰ JX 金属株式会社：サステナビリティレポート 2018

績はなかった。

導入の検討では、人を検知するカメラも検討の対象であったが、人の認識精度が低い等の課題があり、対策を迅速に講じたいことから、WS システムの導入が決まった。ただし、WS システムは検知対象が IC タグを所持した人に限定され、磁界の妨害がないことが前提となる。IC タグを装着していない不特定多数の人に対しても検知が可能なカメラを使った対策についても検討を継続されている。

(5) 導入の決定から利用開始までに要した期間及び手順

WS システム自体は、取り付け・テスト・稼働まで、2 日程度で完了する。定期メンテナンスは主に電池の残量に関するチェックで、管理スケジュールを決めて行っている。

導入のイニシャルコストは一台当たり 100 万円弱で、ランニングコストはほとんどない。製品の保証期間は 1 年で、故障の場合に修理を依頼する契約となっている。

2018 年後半から 2019 年 3 月にかけて佐賀県製錬所内での導入を順次行っている。他事業所については、日立事業所、春日鉱山への展開を行っており、他数か所でも検討中である。

(6) 対策導入によってもたらされた価値と効果

WS システムの導入効果については定量的な評価は実施していない。2017 年に対して 2018 年は年千人率が低下しているが、安全対策は様々なことに取り組んでおり、単純にシステムの効果と結びつけられない。

WS システムがなくとも、運転手が目で確認して、重機の停止といった自分で安全確保のための行動を起こすことが前提である。WS システムは、運転手の安全確保を補完するものと考えている。

間接的な効果としては、以下が考えられる。

- ・ 重機等の運転における安全確保の意識の向上への寄与。
- ・ 関係会社や同業他社からの問い合わせといった、社会的信用の向上。

JX 金属株式会社としては、将来的には重機レス、重機等の自動走行、及び物理的な歩車分離の実現を考えている。

(7) 課題

システムは売り切りで、導入した事業所が運用について責任を負わなければならない。WS システムの正常な作動状況を保つことと、作業者が現場に出る際に必ず IC タグを装着することを運用ルールとして定めている。当然ながら、WS システムの導入にともなう、リスクアセスメントを実施している。

なお、心臓ペースメーカー利用者への影響はない。

4.10 ヒアリング調査まとめ

今回ヒアリング調査を行った企業の、ヒアリング調査結果概要を表 4-14 に示す。

表 4-14 ヒアリング調査結果概要

項目	大和ハウス工業	三菱マテリアル	ダイセル	日立製作所	ダイキン工業	JX 金属
業種	建設	非鉄金属	一般化学	建設 ¹²	一般化学	非鉄金属
対策を実施している事業所の従業員数	約 700 人で、そのうち 90%弱が現場作業員（ヒアリング対象の事業所）	単体 4,807 人、連結 28,426 人（全社）	約 1,500 人で、そのうち約半分が現場作業員（ヒアリング対象の事業所）	最大 400 名が作業従事者で、そのうち、最大 200 名をモニタリング（ある実証作業現場）	700 人弱で、そのうち約 60%が現場作業員（ヒアリング対象の事業所）	約 1,100 人で、そのうち約 80%が事務部門を除く作業員（ヒアリング対象の事業所）
技術	アシストスーツ	VR	画像解析	IoT	バイタルセンシングバンド	ICT (RFID)
最新技術を活用した安全対策概要	アシストスーツ使用による、荷物の上げ下げの際の腰への負担の軽減。	VR を応用した危険体感装置。爆発時の熱風や落下時の衝撃等、視覚だけではない様々な感覚に働きかけが可能。	インフレータ生産管理に関する映像を連続点管理し、蓄積、解析することで、現場作業員へのアラーム発信、予防処置、流出防止、作業改善に活用し、品質のトレーサビリティを強化するシステム。	作業員が装着しているヘルメットに端末を装着、同時に作業車に端末を取り付けることにより、それぞれの位置や作業状態を把握することができるモニタリングシステム。	バイタルセンシングバンド使用による、作業員の状況管理によるパフォーマンスの調整・維持。ほか、IT 活用による属人的ノウハウの標準化、従前人が行っていたことの強化を実施。	重機等に発生させた磁界内に IC タグを装着した現場作業員が誤侵入した場合に、IC タグが電波信号を重機等に発信し、自動ブレーキが作動することで緊急停止させるシステム。
導入プロセス	アシストスーツの導入場所や使用方法を 3 年かけて検討。効果が高いと考えられる作業内容に対し、トップダウンで導入を決定。	グループの安全衛生を推進するために設置された委員会の委員長を務める副社長の、従来どおりの安全対策だけでなく、できることは何でもやってみようという発想が大きく寄与。	リコールの原因把握とエビデンス提示の必要性、作業工程における人為的なミスの未然防止等の取組強化の必要性を背景とし、他社の画像解析技術の適用を検討。	政府「未来投資会議」が指摘する建設現場生産性向上、産業界全体での労働安全の向上の必要といった背景から、建設現場状況の可視化、DB 化等情報基盤の充実を目的として開発。	バイタルセンシングバンドは、現場からのボトムアップにより、対策の検討を開始。検討では、経営層の判断により全体で共通して展開できるような対策とされた。	重機と人の接触による労働災害が発生したことを契機に対策が検討。
導入決定から利用開始までの期間・手順	導入決定後、速やかに全国の工場での利用を開始。	1 台目は意思決定から 1 年後、2、3 台目はその翌年 8 月の終わりに導入。	適用の検討と同年 12 月から実証実験を開始、翌年 6 月に生産ラインへの導入を完了。	昨年からの実証を開始し、現在 2 年目の実証中。	5～6 月から検討を開始、7～1 月に PoC を実施し導入を決定。	事故の翌年から 1 年かけて実証を行い、導入を決定。
効果	<ul style="list-style-type: none"> ・身体への負担や疲労感の低減につながり、熟練された作業員が長く安心して働くことができる。労働災害の改善にもつながることも期待。 ・作業への適合性の客観的評価からコスト評価までできる仕組みを検討。 ・社外からの取材の増加。 	<ul style="list-style-type: none"> ・従業員に対する会社の安全に対する取組姿勢の提示。 ・社外からの取材の増加。 ・費用対効果といった金額に換算した効果は困難と考えられている。安全は結果であり、費用対効果というところは、派生して自ずとついてくるという感覚。 	<ul style="list-style-type: none"> ・品質の基盤強化とトレーサビリティの強化。 ・社外からの取材の増加。 ・現場で何かあったときは映像が残っているので、すぐに目視確認して、まずは一安心できる、原因の特定と対策ができる、といった安心感。 	<ul style="list-style-type: none"> ・モニタリングされているという意識による安全意識向上。 ・作業員への適切な指導、労働の対価の正しい把握。 ・作業の効率化や生産性の向上に関する、データに基づくコミュニケーション。 ・特に若年層や外国人の労働者にとっての安全で働きやすい現場環境づくり。 	<ul style="list-style-type: none"> ・誰でも安心安全にプラントを操作させる（例：夜勤の負荷削減等）こと、新しいことへの取組の PR は、人材の採用に好影響を与えることが期待。 ・社外からの取材の増加。 	<ul style="list-style-type: none"> ・リスクアセスメント結果に基づき、リスク低減の強化策として、安全確保を補完。 ・重機等の運転における安全確保の意識の向上への寄与。 ・社外からの取材の増加。
課題と対策	<ul style="list-style-type: none"> ・現場作業員がアシストスーツへの興味と正しい知識が不足していたことから、ベンダ企業がワークショップを開催し、意見交換等を実施。 ・慣れない現場作業員が、快適に装着できるよう改良。 ・腰以外をサポートするアシストスーツの検証を進め、適材適所での活用の推進。 	<ul style="list-style-type: none"> ・可能な限り現実に近い感覚が得られる機能の実装に苦労。 ・装置は貸出のため、指導は貸出先のインストラクターが行う。そのため、インストラクターのレベルの維持・向上が必要。 ・2 回も体感すると感動は薄れる。新たな仕掛け・コンテンツを考えることが必要。 	<ul style="list-style-type: none"> ・現場作業員の体格や癖、同じ作業員の動作の変動に対する検知の精度。誤判定の場合は、本人にすぐ伝えず、監督者がまず確認を実施。 ・随時蓄積される大量のデータの保管・活用。 ・システムの敷設では、ベンダの担当者も実際に現場に入り、密にコミュニケーションを行い、共同で作業を実施。 	<ul style="list-style-type: none"> ・導入初期は端末の返却を忘れ、ヘルメットに装着したまま退所・帰宅する作業員がいた。システムに関する教育を入所教育に導入し、未返却者を記録元請担当に自動配信機能を導入。 ・作業員へのプライバシーの配慮。 ・個人情報の業界標準の取り決めの策定。 	<ul style="list-style-type: none"> ・職場ごとの慣習・風土・ニーズ等の違いを背景とした手戻りが発生したため、「スモールスタート」後、全体展開。 ・新しい取組のための作業量増加が懸念されたため、作業全体効率化、余裕創出を実施。 ・バイタルセンシングの装着に関する改良、携行品の統合。 ・トラブルに対するベンダの密な協力。 	<ul style="list-style-type: none"> ・売り切りのシステムであるため、導入した事業所が運用について責任を負わなければならない。 ・システムの作動状況維持、作業員が現場に出る際に必ず IC タグを装着することを運用ルールとして策定。 ・システムの導入にともなう、リスクアセスメントも実施。

5 事例収集

AI、IoT等の最新技術を活用し、労働災害の防止に向けての取組を行っている事例を文献調査により収集した。文献調査は、全国産業安全衛生大会の研究発表、製造業安全対策官民協議会からの情報提供及びホームページ、業界紙等から収集した（2019年10月現在）。収集した事例を業種別、最新技術別に分類し、取りまとめたものを表5-1に示す。

表 5-1 AI、IoT等の最新技術を活用した企業における取組事例 業種別、最新技術別

最新技術	業種 数字は事例数、丸数字は企業数													概要	
	製造業 ⑩							エネルギー ④		建設 ⑦		交通 ②	鉱業 ①		サービス開発※1 ⑩
	非鉄金属 ③	電気機器 ②	鉄鋼 ②	石油化学 ④	製紙 ①	食品容器 ①	一般化学 ⑥	自動車 ①	電力 ①	石油精製 ③	建設・土木 ⑤	建設 ②	鉄道 ②		
IoT 12事例		1				3※2				2※2				6※2	<ul style="list-style-type: none"> ○電気機器 <ul style="list-style-type: none"> ・バイタルセンシングバンドを用いた作業現場での熱ストレスレベルや身体負荷レベルを推定し、現場責任者へアラームを通知 (IoT+ウェアラブル)※2 ○一般化学 <ul style="list-style-type: none"> ・インフレータ生産管理に関する映像を連続点管理し、蓄積、解析することで現場作業員へのアラーム発信、予防処置、流出防止、作業改善に活用し、品質のトレーサビリティを強化するシステム (AI+IoT+画像解析)※2 (詳細はヒアリング調査実施 4.6 参照) ・バイタルセンシングバンド使用による、作業員の状況管理によるパフォーマンスの調整・維持。ほか、IT 活用による属人的ノウハウの標準化、従前人が行っていたことの強化を実施 (IoT+ウェアラブル)※2 (詳細はヒアリング調査実施 4.8 参照) ○建設・土木 <ul style="list-style-type: none"> ・製品を保管するタンクに無線通信機能の液面計を設置 ・健康管理システム。作業員の生体データをクラウドに集約・分析、管理者は作業員のストレス値や眠気の予兆、転倒等を PC やタブレット等で把握 (IoT+ウェアラブル)※2 ・気象予測システムを用いた工事現場のピンポイント気象予測 (IoT+ウェアラブル)※2 ○サービス開発 <ul style="list-style-type: none"> ・顧客が抱える課題を人工知能等を用いて解決 (AI+IoT)※2 ・作業員の心拍数、作業強度、心理的安定度、転倒有無、消費エネルギー、位置情報の測定及び推定し、スマートフォンやタブレット端末、パソコン等で情報を提供 (IoT+ウェアラブル)※2 (5 事例、内 1 事例はヒアリング調査実施 4.7 参照)
ウェアラブル 11事例		2※2				1※2				2※2				6※2	<ul style="list-style-type: none"> ○電気機器 <ul style="list-style-type: none"> ・危険箇所に設置したビーコンに AR グラスを着用した作業員が近づくと危険箇所を感知 (ウェアラブル+AR)※2 ・※2 (バイタルセンシングバンドを用いた作業現場での熱ストレスレベルや身体負荷レベルを推定。現場責任者へアラームを通知 (IoT+ウェアラブル)) ○一般化学 <ul style="list-style-type: none"> ・※2 (バイタルセンシングバンド使用による、作業員の状況管理によるパフォーマンスの調整・維持。ほか、IT 活用による属人的ノウハウの標準化、従前人が行っていたことの強化を実施 (IoT+ウェアラブル) (詳細はヒアリング調査実施 4.8 参照)) ○建設・土木 <ul style="list-style-type: none"> ・※2 (気象予測システムを用いた工事現場のピンポイント気象予測 (IoT+ウェアラブル)) ・※2 (健康管理システム。作業員の生体データをクラウドに集約・分析、管理者は作業員のストレス値や眠気の予兆、転倒等を PC やタブレット等で把握 (IoT+ウェアラブル)) ○サービス開発 <ul style="list-style-type: none"> ・スーツ型のウェアラブルデバイスを着用した作業員の身体負荷を定量評価し、身体の部位ごとの作業動作の改善点を提示 (AI+ウェアラブル)※2 ・※2 (作業員の心拍数、作業強度、心理的安定度、転倒有無、消費エネルギー、位置情報の測定及び推定し、スマートフォンやタブレット端末、パソコン等で情報を提供 (IoT+ウェアラブル) (5 事例、内 1 事例はヒアリング調査実施 4.7 参照))
ドローン 9事例				3		1		1	3※2				1	<ul style="list-style-type: none"> ○石油化学 <ul style="list-style-type: none"> ・外観腐食・高所配管・建屋屋根・フレア点検、運転・フレアスタックのバーナー部の監視 ・工場敷地境界パトロール、高所設備や稼働中の設備点検 ○一般化学 <ul style="list-style-type: none"> ・屋外広告物条例に伴う年次看板点検 ○電力 <ul style="list-style-type: none"> ・高所点検 ○石油精製 <ul style="list-style-type: none"> ・ドローンを用いた配管、タンク、塔本体・塔頂配管等の点検。AI を使って撮影結果に基づく自動での懸念箇所抽出 (AI+ドローン)※2 ○石灰石 <ul style="list-style-type: none"> ・空中写真測量 (製品の在庫、切羽、採掘量・剥土数量) 	

※1 安全対策の製品・サービスを開発し、自社において実証している企業 (製品・サービスを開発・実証している企業と製品・サービスを導入している企業に分類したため)

※2 複数の最新技術を組み合わせている事例

(次ページに続く)

(前ページからの続き)

最新技術	業種 数字は事例数、丸数字は企業数													導入している対策の概要	
	製造業 ⑩						エネルギー ④		建設 ⑦		交通 ②	鉱業 ①	サービス開発 ※1 ⑩		
	非鉄金属 ③	電気機器 ②	鉄鋼 ②	石油化学 ④	製紙 ①	食品容器 ①	一般化学 ⑥	自動車 ①	電力 ①	石油精製 ③	建設・土木 ⑤	建設 ②			鉄道 ②
VR 8事例	2			1		1						2	2		<ul style="list-style-type: none"> ○非鉄金属 ・VR を応用した危険体感装置。爆発時の熱風や落下時の衝撃等、視覚だけではない様々な感覚に働きかけが可能(詳細はヒアリング調査実施 4.5 参照) ・現実に体験しにくい災害事例(水蒸気爆発、重機ひかれ、回転体巻き込まれ、高所墜落)の体感安全教育を実施 ○石油化学 ・VR 体感教育の実施 ○食品容器 ・VR 危険体感装置の導入。CG 映像と触覚手袋からの衝撃や感触により視覚・聴覚・感覚を刺激し臨場感のある疑似体験 ○建設 ・VR 体験型安全衛生教育を実施 ・VR 体験型安全教育を実施。クレーン災害や重機との接触災害などの体感 ○鉄道 ・事故などの異常時対応を擬似的に体験 ・過去の重大な事故の体験、線路閉鎖工事手続き訓練を擬似的に体験
タブレット 6事例				1	1	2					1※2			1	<ul style="list-style-type: none"> ○石油化学 ・作業履歴の電子化等 ○製紙 ・監視制御システムに接続し現場から設備を操作 ○一般化学 ・各種パトロールデータの入力・報告書作成 ・作業履歴及び品質情報を電子化し現場で閲覧 ○建設・土木 ・建設機械の3次元モデルと建設工事現場の映像を重ね合わせて表示(タブレット+AR)※2 ○サービス開発 ・専用端末での作業位置・動態情報や稼働状況等把握
AR 3事例		1※2										2※2			<ul style="list-style-type: none"> ○電気機器 ・※2(危険箇所に設置したビーコンに AR グラスを着用した作業員近づくと危険箇所を感知(ウェアラブル+AR)) ○建設・土木 ・※2(建設機械の3次元モデルと建設工事現場の映像を重ね合わせて表示(タブレット+AR)) ・船舶操船者に対してカメラで撮影した映像上に航行経路・危険エリア・他船舶の動静等を重ねて表示し、音声情報を加えたナビゲーションを行う
ロボット スーツ 2事例												1		1	<ul style="list-style-type: none"> ○建設・土木 ・荷物の上げ下げの際の腰への負担軽減(詳細はヒアリング調査実施 4.4 参照) ○サービス開発 ・重量物の運搬等の腰部にかかる負荷を低減
画像解析 2事例			1※2												<ul style="list-style-type: none"> ○鉄鋼 ・※2(AI 画像認識技術を用いて、作業員及び変動する立入禁止範囲の検出を行い、作業員の進入検知(AI+画像解析)) ○一般化学 ・※2(インフレータ生産管理に関する映像を連続点管理し、蓄積、解析することで現場作業員へのアラーム発信、予防処置、流出防止、作業改善に活用し、品質のトレーサビリティを強化するシステム(AI+IoT+画像解析)(詳細はヒアリング調査 4.6 参照))
ICT 1事例	1														<ul style="list-style-type: none"> ○非鉄金属 ・重機等に発生させた磁界内に IC タグを装着した現場作業員が誤進入した場合、IC タグが電波信号を重機等に発信、自動ブレーキが作動するシステム(詳細はヒアリング調査 4.9 参照)

※1 安全対策の製品・サービスを開発し、自社において実証している企業(製品・サービスを開発・実証している企業と製品・サービスを導入している企業に分類したため)

※2 複数の最新技術を組み合わせている事例

6 まとめ

本調査では、国内において AI、IoT 等の最新技術を活用した企業における労働災害の防止に向けての先進的な取組を行っている事例を収集した。その結果、今回の調査対象の企業において、以下の特筆すべき点を把握することができた。

- ・ 効果
 - 重筋作業や熱中症危険領域の環境改善、作業工数・負荷の削減を行い、誰もが快適に、安心安全に長く働くことができる職場環境を実現している。
 - 製造現場における作業者の動作や設備・材料の状態を定量的に把握し、製品の品質改善や生産性の向上、トレーサビリティの精度向上に活用している。
 - 社内外に対する労働安全への積極的な取組に関する間接的なメッセージ発信、社内の現場作業員間の安心感の醸成に寄与している。
 - 社外からの取材の増加等、社会的評価の向上につながる。
- ・ 成功の要因
 - 経営トップによる最新技術活用を含む安全管理導入の検討指示、経営トップがリーダーを務める労働安全対策や最新技術活用を検討するチームが常時稼働、といった経営トップによるリーダーシップが発揮されている。
 - 現場作業員からの意見が経営トップにまで届く体制、企業風土が醸成されている。
 - ベンダも積極的に参画しての現場理解の促進、現場作業員向け研修、教育計画プログラムの実施を行っている。
 - 現場作業内容に応じて、安全対策に最適な製造ラインの選定や、最低限の機能からの「スモールスタート」の実施、現場事業所における実証等、現場に密着した対策を講じている。
- ・ 課題
 - 導入に対する定量的な評価、効果測定、KPI の設定が困難である。
 - 新たな技術の導入により管理・メンテナンスのコストが発生する。また、新たな運用ルールの新規策定、教育及び定着が必要となる。
 - ウェアラブル、身体センサの装着といった、作業員にとって未経験の実施事項に対して、消極的な意見が寄せられる場合があり、装置の改善や正しい理解のための教育が必要となる。

7 今後の取組

本調査の目的である、AI、IoT等の最新技術を活用した企業における労働災害の防止に向けての先進的な取組を行っている事例の収集と幅広い周知啓発を行い、これらの今後の取組をより一層促進するにあたって実施が望まれる今後の取組を以下に示す。

- ・ 今回、ヒアリング調査を行った企業の業種は、建設業2社、一般化学2社、非鉄金属2社であった。調査対象企業の候補の抽出においては、その他の業種が含まれていたが、調査の辞退を受ける等、最終的に調査を行った企業の業種にやや偏りが見られた。一方、製造業以外となる建設業の事例を2社調査することができた。今後は、製造業においては鉄鋼・製紙といった今回の調査対象企業にない業種、製造業以外においては運輸・物流・鉱業・石油化学・石油精製といった、幅広い業種を対象に調査を継続することが望ましい。
- ・ 今回、ヒアリング調査を行った企業はいずれも大手企業で、労働安全に対する意識が高く、対策を導入することを当然と考えている企業であった。他方、対策導入の効果の測定において、経済的評価やKPIといった定量的な指標による効果の測定を行っている企業は少なかった。今後、特に対策導入の経済的評価については、評価に協力する企業を募り、試行するといった取組を行うことが考えられる。

AI、IoT等の最新技術を活用した企業における先進的な
安全衛生管理の取組事例に関する調査研究報告書

2020年3月

中央労働災害防止協会 教育推進部

〒108-0014 東京都港区芝 5-35-2

TEL 03-3452-6389

