

協調安全を用い高所作業車オペレーターの ウェルビーイングの向上

高所作業車の上昇中の
挟まれによる、重篤災害防止対策

2023年10月6日

大和ハウス工業株式会社
技術統括部安全部 森



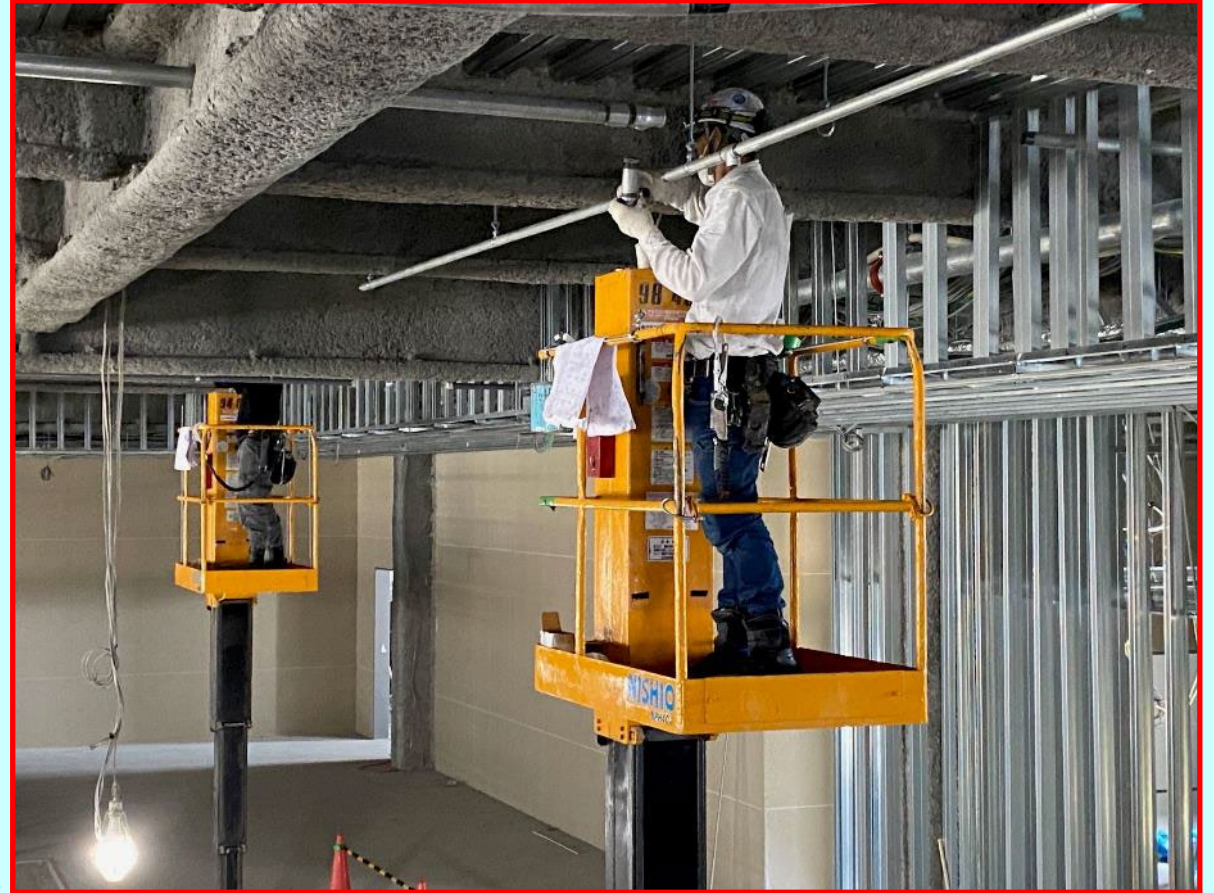
- はじめに
- 背景
- 事故原因と特徴
- 原因の対策
- まとめ
- 今回のスキームとSDGs



試作は20種類以上に及んだ。

※ 掲載される、高所作業車や当装置は、取扱レンタル会社により相違があります。
写真は、開発中を含めたタイプも掲載している場合があります。

はじめに



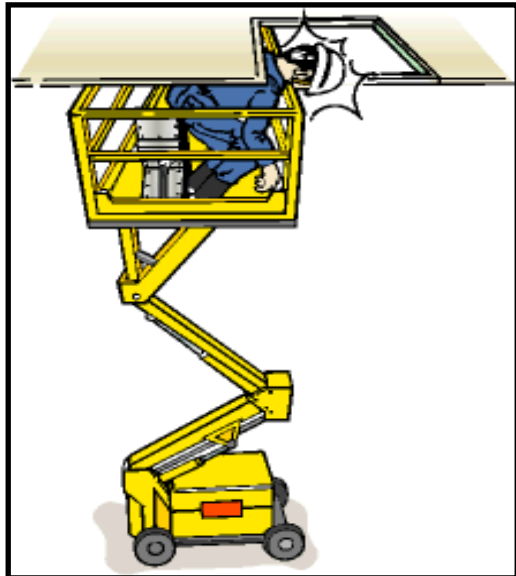
導入前の高所作業車にて、配管作業中の風景

高所作業車の説明と事故の状況

- 建設現場や土木工事等における足場のない高所作業において、高所作業車の使用が一般的となっている。しかし、**作業者**が上昇時に梁や構造物に**気づかないまま上昇**を続けるケースが存在する。【図1】
- 結果、手すりと構造物の間に手や腕が挟まれて**怪我**することがある。【図2】
- また、頭・首・胸が構造物と操作部や手すりに挟まれ、**重傷や死亡**といった深刻な**事故**が発生することがある。【図3】

・ 事故の例

図1



出展：厚生労働省職場の安全サイト

・ 手を挟む例

図2



・ 頭を挟む例

図3



背景 現状の安全対策



導入前の高所作業車使用して作業中風景

現状の安全対策

- 高所作業車の作業床を上昇させる為には、レバー操作を実施する。【図4】
- 事故防止のために、踏むことで各種操作を許可する、**足踏み式ネガティブブレーキ**（以降フットペダル）が用いられている。【図5】
- しかし深刻な事故が発生している。これを物理的に解決するため、**後付け挟まれ防止装置を開発**し対策した。

・ 上昇操作の例

図4



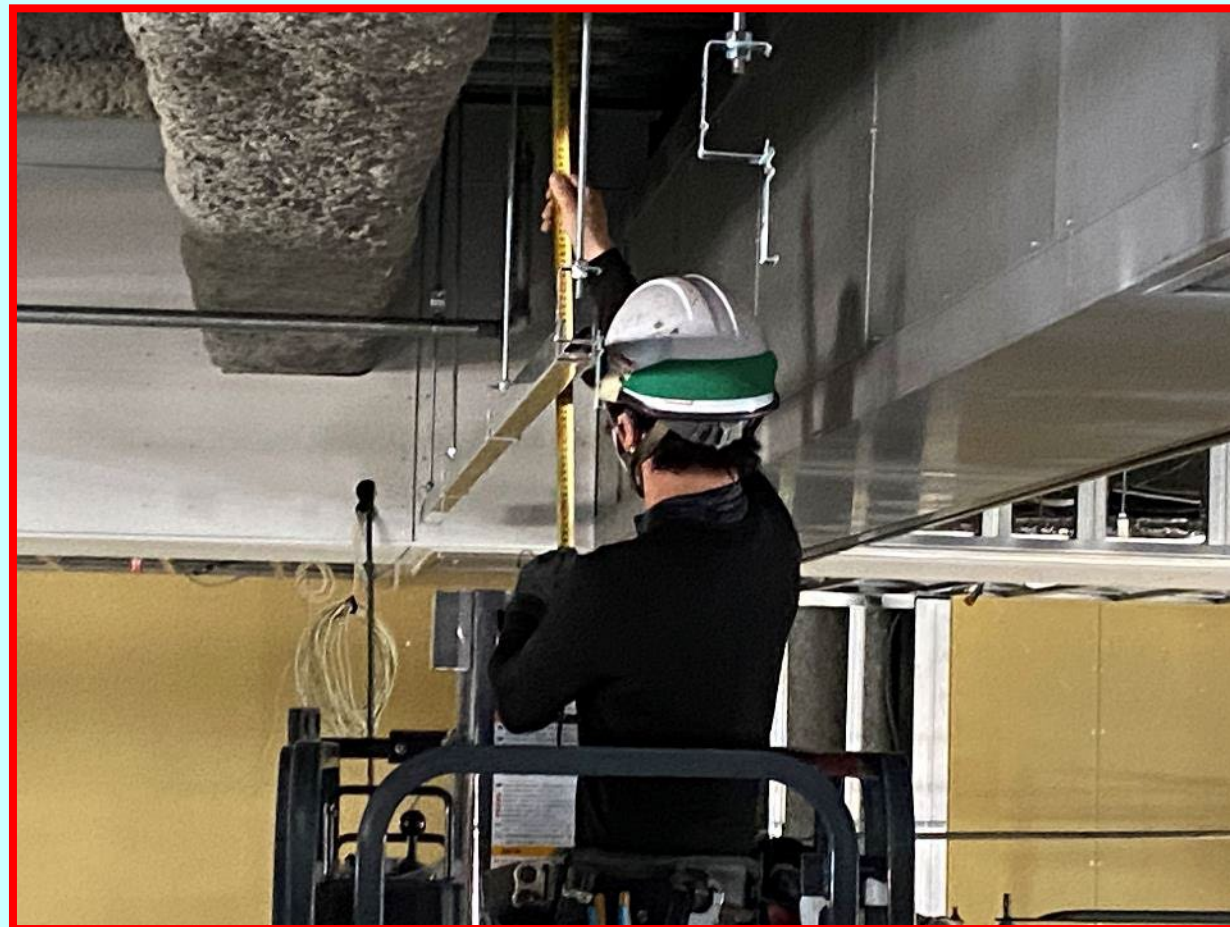
・ フットペダルの例

図5



全ての床範囲を網羅せず、
狙いを絞った対策で、
効率良く行う。

3つの「原因」 と 3つの「特徴」



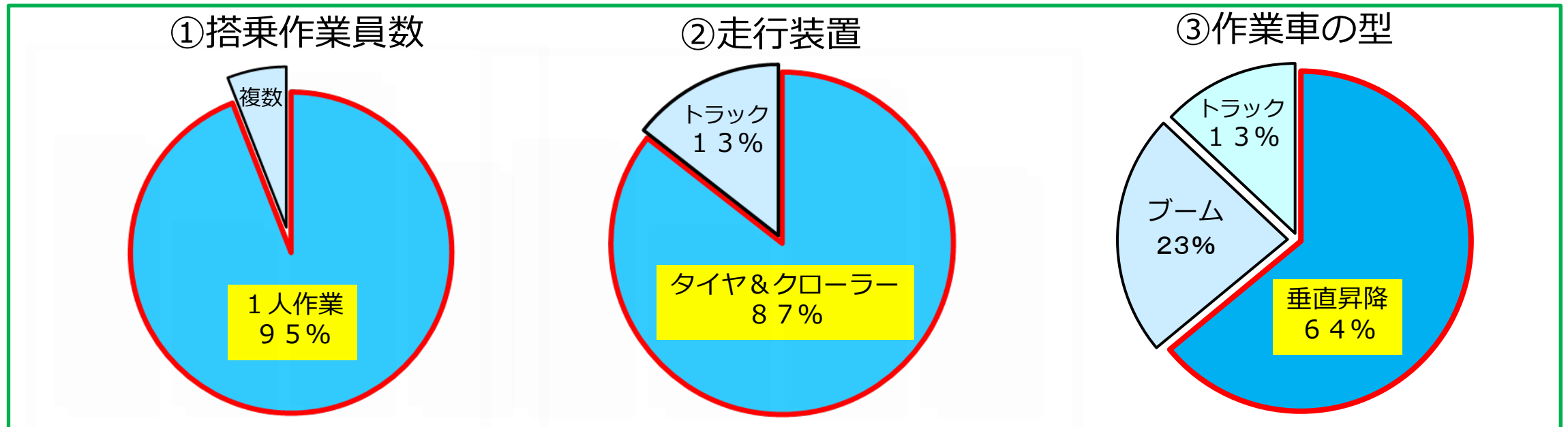
導入前の高所作業車にて、狭い空間で作業する風景

● 事故の原因と特徴

- 高所作業車の事故に関する、10年分の資料から、事故の原因は「反発・不注意・無効化」の3つの【原因】に分類された。
- 種別等を分類すると、下記の3つの【特徴】に分類出来た。【図6】
 - ① 搭乗作業員数は、95%が1人乗車中の状態であった。
 - ② 走行装置としては、87%がタイヤ式とクローラー式であった。
 - ③ 作業車の型としては、64%が垂直昇降型であった。

機種**の**明確化

図6



原因 (1)・(2)・(3)

(1) 原因：反発

- 作業者が上昇中に予想外に挟まれると、上昇レバーやフットペダルから**足を離す（あげる）ことができない**状況がある。実験結果は下記である。
 - 人は予想外の接触時に**反発**（踏ん張る）する現象を確認した。
 - 上から不意の力が加わると、フットペダルを**踏み続ける反応**を確認した。

(2) 原因：不注意

- **反復作業**による**馴れ**や**注意力低下**が見受けられた。
- 人間は同じ作業を何度も繰り返すことで、馴れからくる不注意や**馴化現象が生じ**、注意力が低下する場合がある。障害物があるのにも、上昇を続ける。

(3) 原因：無効化

- 安全装置の**無効化行為**がある。
- 毎回のフットペダル操作が面倒と感じる作業員は、身近な工具や材料で固定される事例が見られた。結果、安全機能の1つを失う。【図8】



図8

3つの原因対策

現場の状況

①対策実施



③取り外す



②作業性が悪い



安全対策の手法は、Safety 2.0にある！

- 現在の建設業界では、人と機械を「隔離・停止」の安全手法を活用している。
- この高所作業車は、**Safety 2.0**という**新しい安全手法**を活用した。【図9】
 - **Safety 2.0**とは、**人と機械と環境との情報共有**により、危険事象の発生を検知または予測するとともに、**自律的に安全側に誘導**または制御することにより、事故のリスクを低減するための方策である。認定ルール・運用規定がある。【図10】

【高所作業車安全手法の例】





Safety0.0	Safety 1.0	Safety 2.0
		
①動作指示：動作レバー ②稼働許可：フットSW ③安全確認：人の注意力	①動作指示：動作レバー ②稼働許可：フットSW ③安全確認 1：人の注意力 ③ 安全確認 2：感知バー式	①動作指示：動作レバー ②稼働許可1：フットSW ② 稼働許可2：イネーブルSW ③安全確認1：人の注意力 ③ 安全確認 2：超音波センサ

図9

図10



Safety 2.0 適合証明書

適合登録番号：S223063014R1

一般社団法人セーフティグローバル推進機構(IGSAP)が定めるIGSAP S01 Safety 2.0 構築・運用のための一般要求事項：第2版に下記スコープが適合していることをここに証します


登録事業者：大和ハウス工業株式会社
所在地：大阪府大阪市北区梅田3丁目3番5号

<適合スコープ>
垂直上昇型の高所作業車に付加する、上昇時に上部固定構造物との間に作業者が挟まれる事故を防止するシステム

適合登録日：2023年6月23日
発効日：2023年6月23日
有効期限：2026年6月22日


<適合審査機関>
JC 日本認証株式会社

特記事項：
1. 本証明書は協賛安全を実現する手段としての技術的要件に対し、災害の未然防止手段として適合証明書を発行するものであって、これにより無災害を保証するものではない。
2. 本証明書は、申請された対象スコープを審査した結果に基づき適合判定されたものであり、対象スコープ全体の適合責任は登録事業者に存する。



一般社団法人 セーフティグローバル推進機構

会長 向殿 政男



●原因（1）：反発の対策

- 標準のフットペダルに加えて、**手でも停止できる措置を追加した**。安全性を向上させる「スリーポジションイネーブルスイッチ」（以降3Pイネーブル）を採用した。
 - 一般的なスイッチは、【オン/オフ】の「2段階」動作です。
 - 3Pイネーブルは、**【オフ/オン/オフ】の「3段階」**動作となっている。
- 驚いた作業者は、手を放すか、あるいは手を握りしめる動作を行う。手を放した場合だけでなく、**手を強く握りしめた場合でも装置を止めることが可能**。【図11】
- 3Pイネーブルには手すりを設けて、**立ち位置を固定させ、手を挟む事も対策した**。



図11

●原因（２）：不注意の対策

- 作業者に**警告停止**するため**センサー**を設けた。装置のリスクアセスメントや、実験を繰り返した結果、瞬間接触は重篤になら事も確認した。
 - **頭部後方**が接触時、作業員が前傾姿勢になりセンサーが頭や体で**覆われ**、停止する設計とした。
 - **頭部前方**や**頭頂部**が接触時、**体と手との距離**が離れることで、**3Pイネーブルを維持できず**停止する設計とした。。【図12】
 - 上記理由で、床全面の検出は不要とした。広範囲の検出が必要時は、**追加センサーを用いる**ことで接触事態の削減も可能である。【図13】
 - センサー検知距離約**1m**（可変可能）で一度停止。危険領域を作業者に認識させ、リスタートで再上昇を可能とした。
 - 手すりにより、**手を挟む事故も削減**した。

・超音波とレーダー例

図12



図13



現状の調査と、現状を超える安全の確保

- 方式は**自動停止しない**、**接触警告式**が大半です。【図14】
- 検知サイズは、**約50mm**で2箇所又は4箇所設置です。
- この装置のセンサー検知範囲は、逆円錐形で、センサーから高さ2mで、**半径約400mm**です。【図15】
- 比率計算では、 31.4cm^2 (接触式) 対 $5,024.0\text{cm}^2$ (センサー式) と**約160倍**の広さとなり、より安全性を高める事が可能となります。【図16】

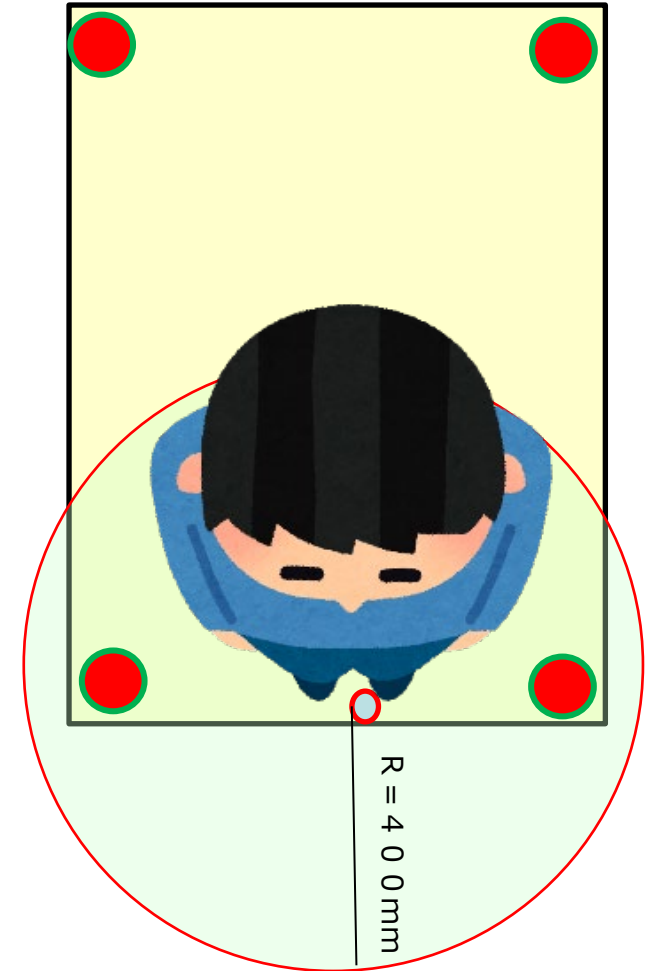
図14



図15



図16



● 接触式センサーの例

原因（3）：無効化の対策

- フットペダルなどへの不正行為を検出するための監視機能を設けた。
- この機能により、不自然にフットスイッチが踏まれている状態を検知し、プログラムで対応することを可能とした。

参考：不注意対策センサーの検出イメージ。【図17. 図18】

・センサーの検出範囲

図17



・検出範囲と追加センサー

図18



停止距離の選定には、「180cm」台の身長者と「150cm」台の身長者を、サンプルにて実験した。

まとめ



● 装置導入前と導入後を比較した結果

- 3 P イネーブルやセンサーによる緊急停止機能の導入により、自動停止を**安心**と感じる回答者が増加した。それに伴い、作業効率も向上した。**作業に集中**できると感じる回答者の増加につながった。
- 作業者だけでなく職長も作業の安全性を感じていることが確認できた。新たに導入された3 P イネーブルの操作に対する大きな負担は感じられなかったことも確認できた【図19】 【図20】。

レンタルのニッケン

図19

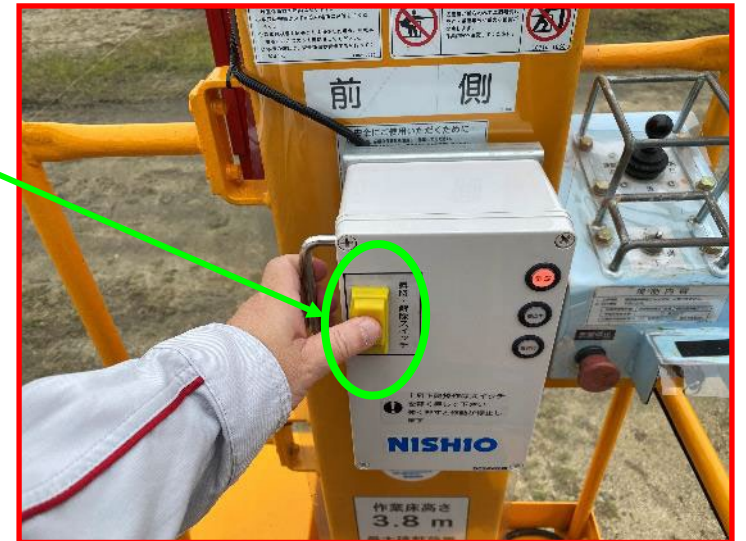


レンタル各社
オリジナル位置の
3 P イネーブル

右手は必ず握る事で、
右手を挟む事は無い。

西尾レントオール

図20



装置導入前と導入後を比較したグラフ

- 導入前と後で、現場でマネージャー48名と作業員78名にアンケート調査を実施した結果である。安心感と作業集中が向上した。【図21】 【図22】

図21

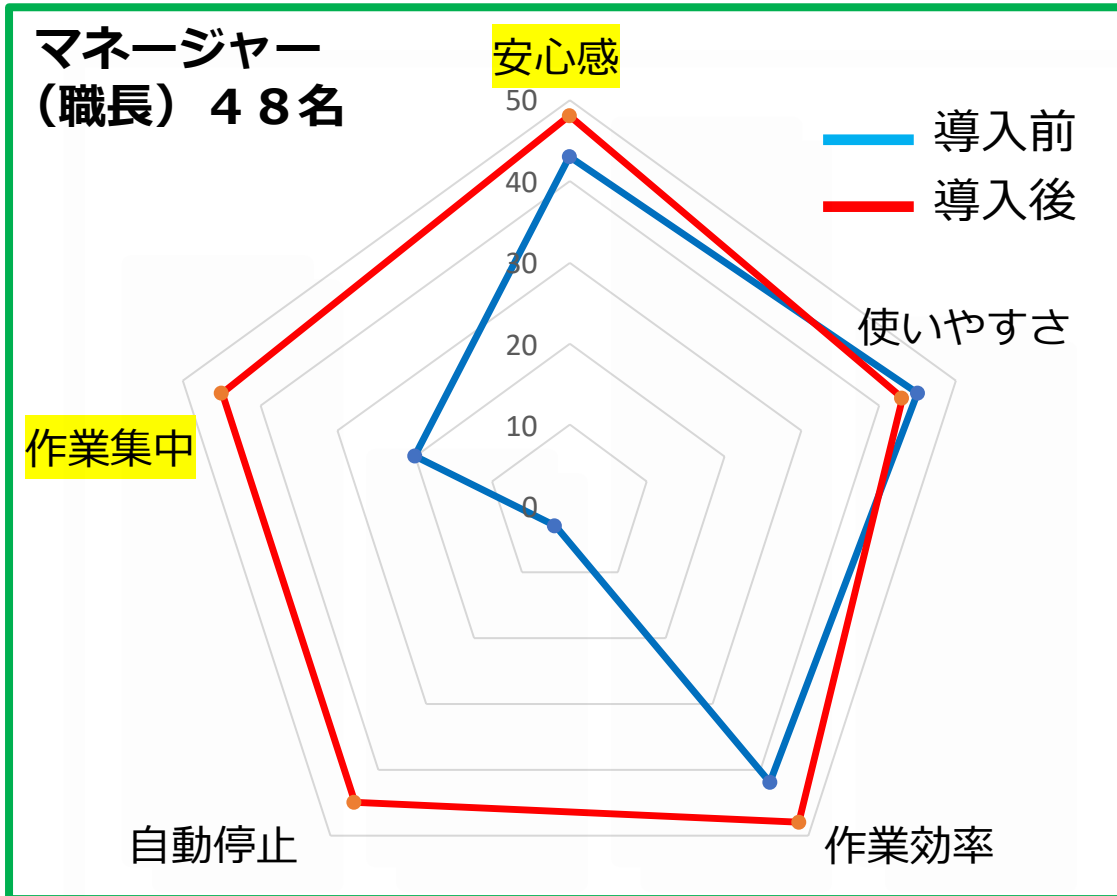
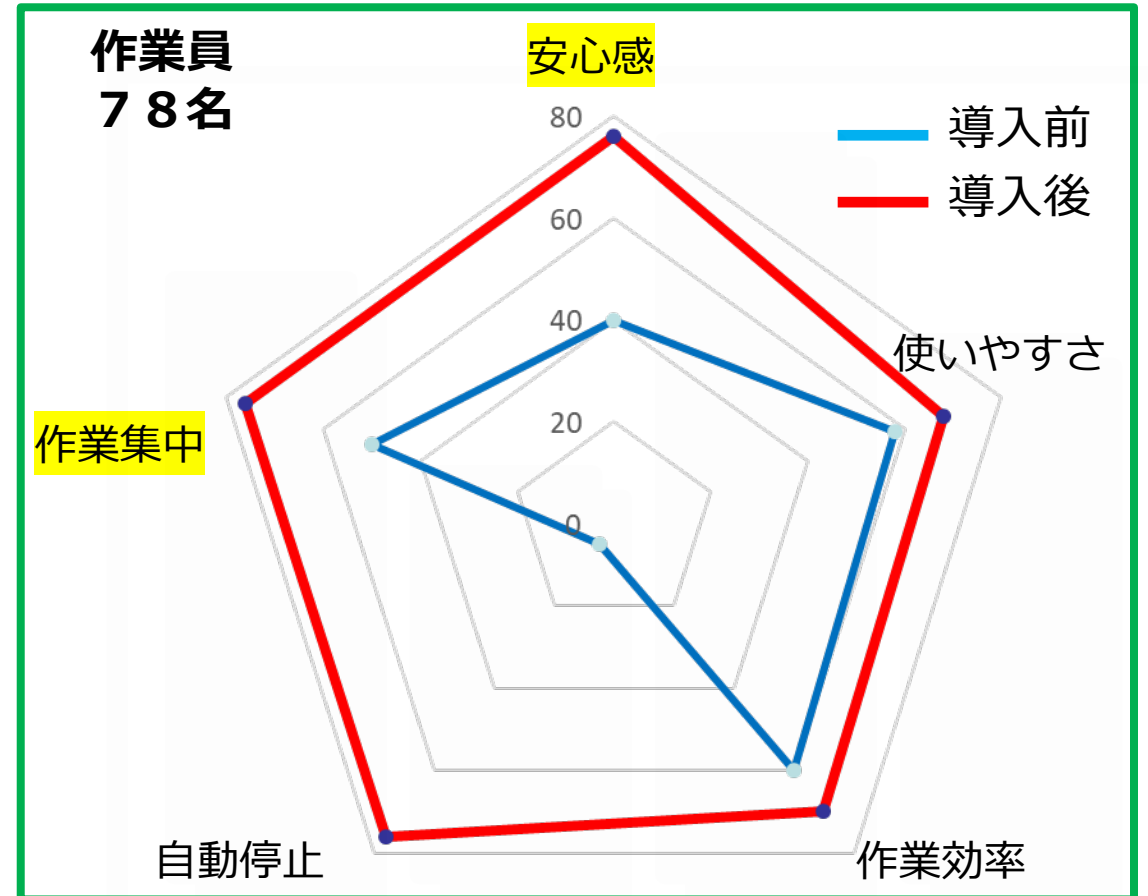


図22



この装置は大手レンタル会社から提供しています。【図23・24・25】

● 装置導入前と導入後を比較した結果

- 前項のアンケート結果から、身体的な安全性だけでなく、**安心感**・**作業集中**・作業効率・使いやすさといった、心理的要素も改善されたと言える。
- 高所作業に関連する現場の作業者及び職長等の**ウェルビーイングが向上**していると言える。多くの人に使用出来る様に**レンタル会社から提供**している。

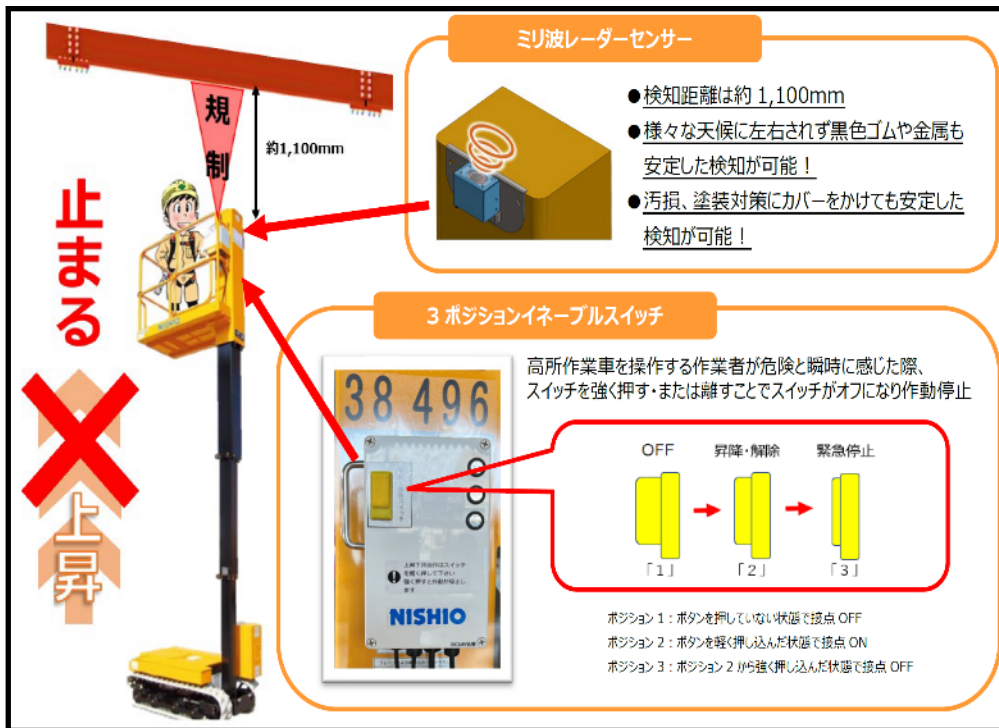
資料:株式会社ニッケン

図23



資料:西尾レントオール株式会社

図24



資料:株式会社アクティオ

図25

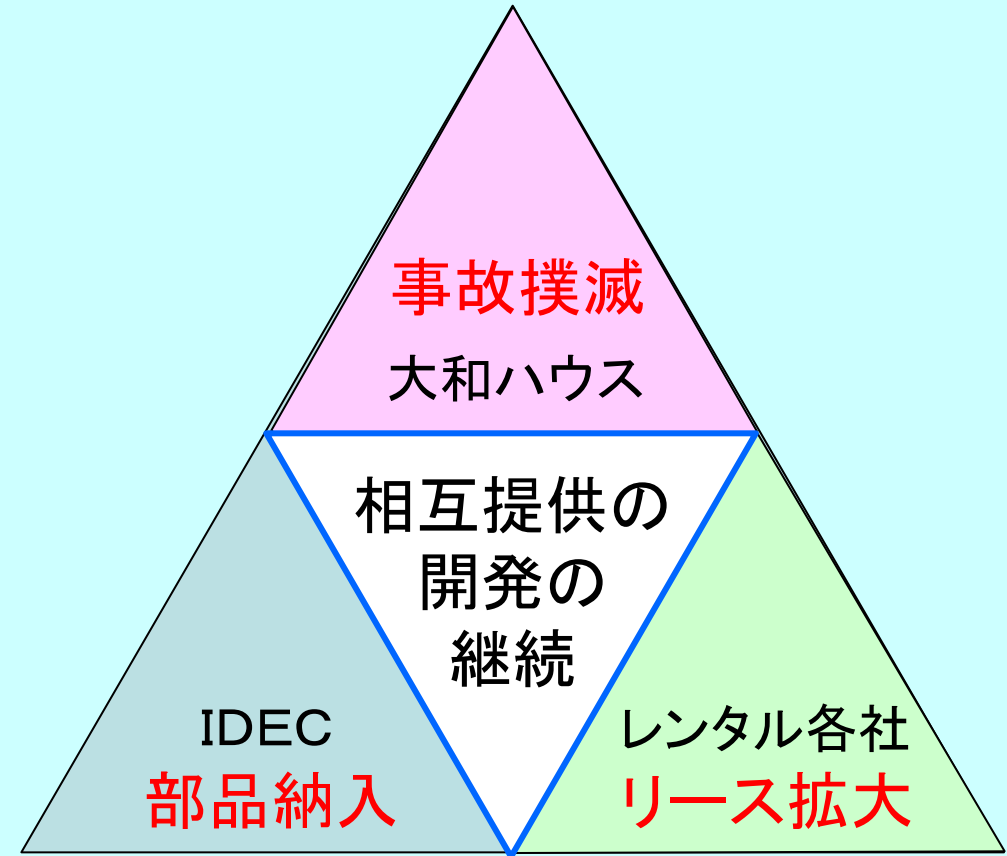


今回のスキームとSDGS



さまざまなパートナーシップ経験などをもとにして、効果的な公的、官民、市民社会のパートナーシップをすすめる。

- 脱WIN-WINの考え方。
- 三角形は、最強の形である。



WIN・WIN・WINの考え方

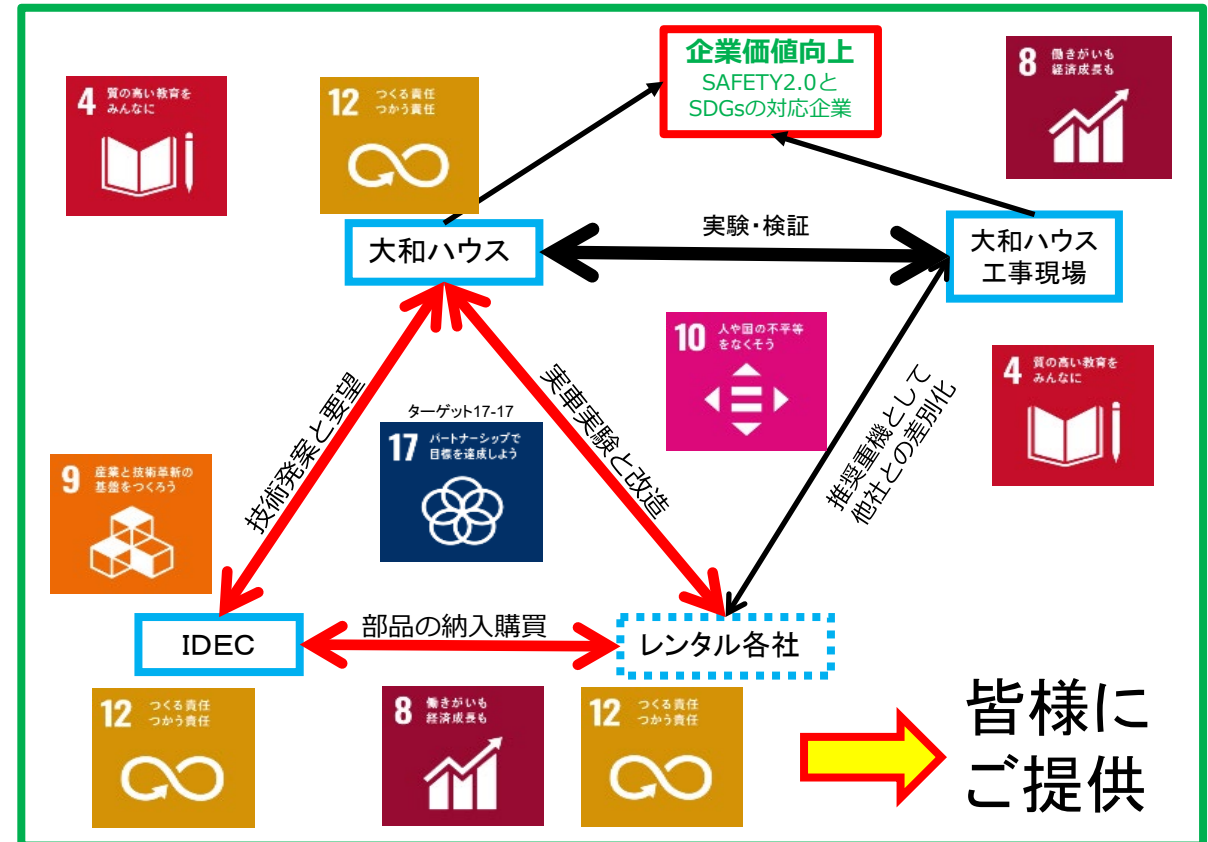
今回のスキームとSDGs (ターゲットと目標) マルチステークホルダー

- この装置は**広く普及することを目指し**、各レンタル会社様には、**当社より無償で特許提供**している。当社の目標は、全産業において高所作業車の安全性向上に貢献することである【図26】。
- レンタル会社とIDEC社と弊社でパートナーを組み、この内容をレンタル会社3社分で行いました。17番を3つ展開しています。
- 装置には拡張端子を設けてあり、顔認証等やCCUSとの連携により、無資格者の操作防止や、運行予約管理も検討している。

図26

● 今回の取組は、下記にても発表

- 中災防安全大会
 - ・名古屋 9月28日～30日
- 建災防安全大会
 - ・広島 10月4日～5日
- 第23回 世界安全会議
 - ・シドニー 11月27日～30日



ありがとうございました。
