
ロボットと人との新しいかかわり方 ～安全性とウェルビーイングの向上について～

日本自動車部品工業会
ワーキンググループB

Bグループ メンバー

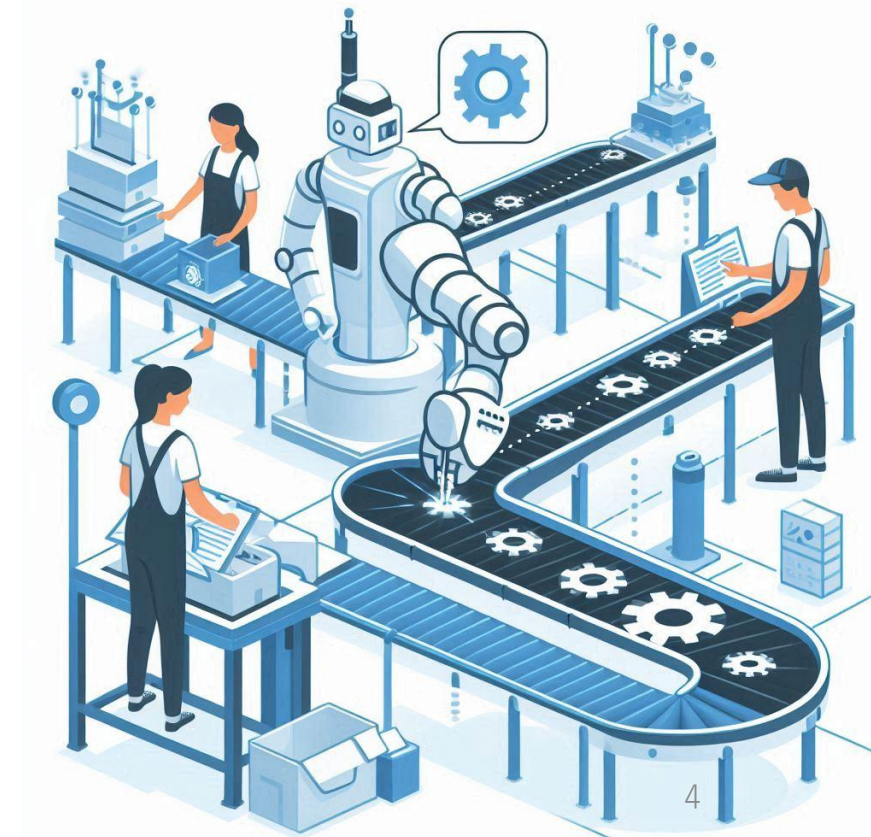
	会社名	地域	所属/役職	氏名
幹事	市光工業株式会社	東	市光グループ生産技術本部 HSE部	川合 公純
	株式会社N O K	東	サステナビリティ推進室 EHS部 安全健康課シニアエキスパート	田邊 倫明
	株式会社デンソー	中	安全衛生環境部 安全衛生室 安全衛生1課 担当課長	安江 克典
	トピー工業株式会社	東	人事部 健康安全・社員労政室 健康安全推進グループ 主査	河原 一央
	トヨタ車体株式会社	中	安全健康推進部（部付）主担当員	小幡 義彦

1. テーマ選定理由
2. 定義（産業ロボットと協働ロボットの違い）
3. 協働ロボットの歴史
4. ロボットの普及状況
5. 協働ロボットの特徴
6. 導入事例
7. 協働ロボット導入のメリット
8. 協働ロボットの安全性
9. 協調安全の考え方
10. 協働ロボットとウェルビーイング
11. ウェルビーイングと安全

1. テーマ選定理由

【産業ロボット】が生産現場に導入されて久しいが、人と同じ現場で働く
【協働ロボット（コボット）】の導入も進んできた。
人とロボットが同じ現場で働くということは、安全確保をどのようにするか、
またどういう効果があるのか、興味を持ちました。

協働ロボットという、人の新しい「相棒」について、
様々な面から調べていきたいと考えました。



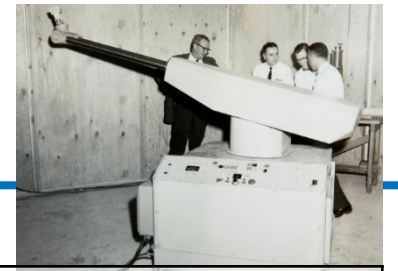
2. 定義

産業ロボット (Industrial Robot)	協働ロボット (Collaborative Robot)
<div data-bbox="206 429 731 505">安全柵・ガードが必要</div> <div data-bbox="206 544 547 619">重量物を扱う</div> <div data-bbox="206 658 519 733">外部と隔離</div> <div data-bbox="206 772 665 848">反復作業</div> <div data-bbox="206 943 665 1019">最大効率で動作</div> <div data-bbox="690 768 1274 906">特定の作業向け (溶接、塗装、搬送等)</div>	<div data-bbox="1393 429 1949 505">人間と同じ職場で稼働</div> <div data-bbox="1393 544 1844 619">単純・軽作業が主</div> <div data-bbox="1393 658 1844 733">安全柵なし</div> <div data-bbox="1393 772 1844 906">プログラミングで 柔軟に作業を変更</div> <div data-bbox="1393 929 1844 1005">安全優先</div> <div data-bbox="1921 929 2372 1055">センサーでパワー と速度を制御</div>



3. 協働ロボットの歴史

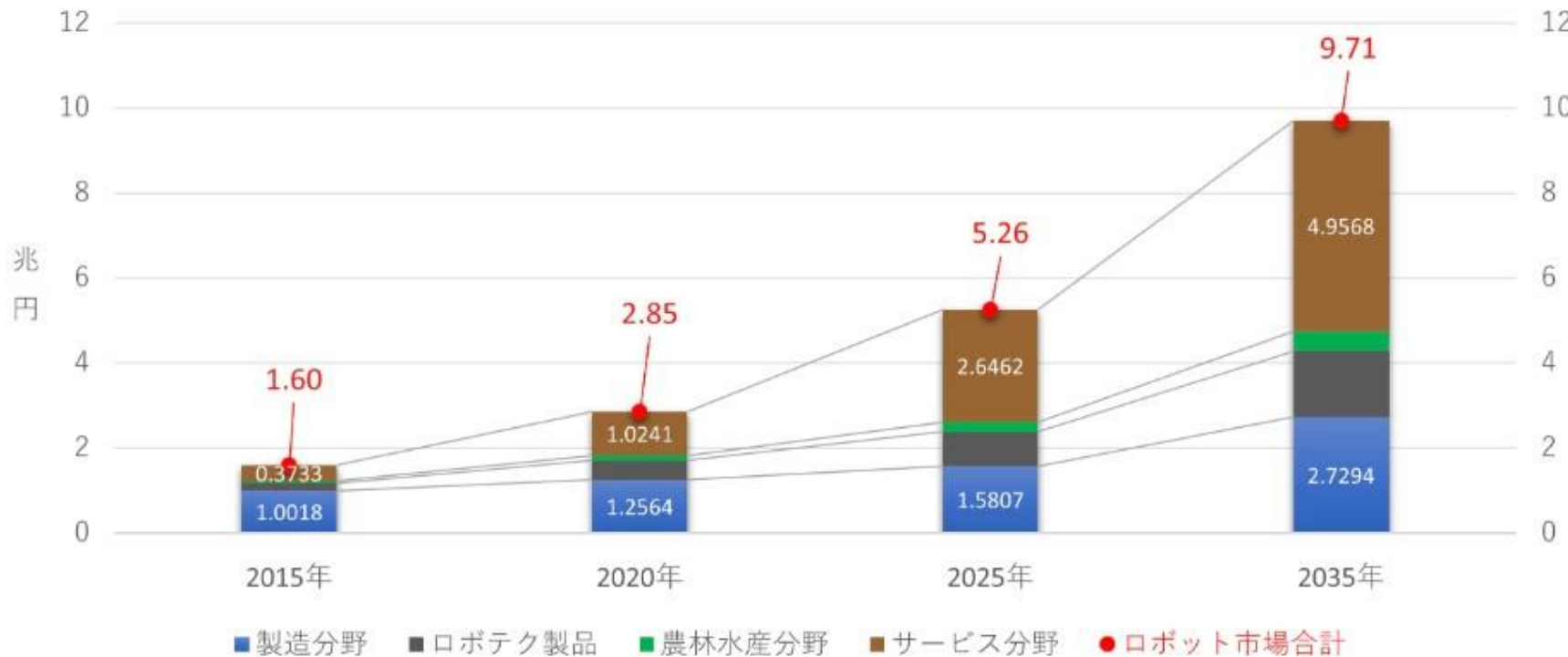
初の産業用ロボット
Unimate



1961	GMが最初の産業用ロボット「Unimate」を導入、製造ラインでの作業を自動化
1970年代	産業用ロボットが普及、溶接は組立などの重作業を行うようになった
1990年代	人間とロボットが同じ空間で働く可能性が徐々に考えられるようになったが、制御精度・安全性・知能などの技術が不十分であった
2000年代	人と同じ現場で働くロボット【協働ロボット（コボット）】の概念が登場。センサー技術などが発達。
2008	デンマークの「 Universal Robots 」が、商業的に成功した協働ロボットを発売。プログラミングが簡単で、軽量・柔軟な用途に対応。これが業界に大きな影響を与え、多くの企業が協働ロボットの導入を検討し始めた。
2013	ドイツの企業KUKAが初の協働ロボットを発表。トルクセンサを内蔵し、人との接触を即座に検知して安全を確保。
2015年以降	特に小型で柔軟なロボットが人気を集めた。コストが下がり、プログラミングや操作が容易になったことで、導入障壁が低くなった。
2020年以降	AIや機械学習技術の進展により、柔軟な動作や学習能力が向上した。また、さまざまな産業において、作業の自動化が進んでいる。

4. ロボットの普及状況

2035年に向けたロボット産業の将来市場予測



出典：平成22年ロボット産業将来市場調査（経産省・NEDO）

2015年から2020年にかけて
製造分野：2.7倍
サービス分野：13倍

サービス分野（介護、配膳、
家庭内など）の伸びが著しい



日常生活への浸透が顕著



一般家庭でのニーズが高まり、子供や高齢者でも安全に使えるよう、
安全性がより重要となってきた

4. ロボットの普及状況

日本国内の協働ロボットの普及要因

日本では、協働ロボットの市場が急速に拡大しており、以下の点が普及を後押ししている：

中小企業への導入促進	産業ロボットに比べて価格が 比較的安価 で導入が容易なため、特に 中小企業 での導入が増えている
作業の多様化	協働ロボットは、 柔軟性が高く 、簡単な設定でさまざまな作業に対応できるため、 業種や作業内容の異なる企業 でも活用されている
労働力不足への対応	日本では 労働力不足が深刻化 しており、特に製造業や物流業界で、 作業員を補完 する形で協働ロボットが導入されている
安全性技術の向上	センサー技術や力制御技術の進化 により、人間との共同作業が より安全 に行えるようになったことが普及を加速させている
教育・訓練の簡便さ	協働ロボットはプログラミングが 比較的簡単 で、特別な技術や訓練を受けていないスタッフでも 操作が可能 なため、導入しやすいとされている
コストの低減	以前は高価だった協働ロボットも、技術の進展とともに コストが下がり 、導入のハードルが低くなっている

5. 協働ロボットの特徴

人と一緒に作業できる	従来のロボットとは異なり、 人間と同じ作業エリア で安全に作業を行うことができる。これにより、人間とロボットが協力して 効率的に 作業を進めることができる。
安全性の確保	衝突を感知 して動作を停止するセンサー、 力を制御する システムなどが搭載されており、人間との接触時に 怪我を防止 する設計がされている。
柔軟性	プログラムの変更や設定を 簡単 に行えるため、多様な業務やプロジェクトに 適応 することができる。
直感的な操作	簡単に操作 できるインターフェースを持つことが多い。タッチスクリーンやプログラミングが不要な場合もあり、ユーザーがロボットを 直接操作 できることが多い。
小型・軽量	コンパクトで軽量 なデザインが特徴。 限られたスペースでも設置でき、 移動や配置換え も簡単に行える。
コスト効率	人と共に働けるため、 専用の隔離区域を必要とせず 、 既存の作業環境に組み込む ことができる。また、価格が比較的 リーズナブル で、特に中小企業にとって導入しやすい。
学習能力	一部の協働ロボットは、 AIや機械学習を活用 して、作業の効率を向上させたり、 予測的なメンテナンス を行う能力を持つことがある。

6. 導入事例



株式会社デンソーウェーブ

【プライマー自動塗布装置】 (0:58~)

https://www.youtube.com/watch?v=vq99_Pw1a2k



ファナック株式会社

【協働ロボット適用事例】 (0:35~)

https://www.youtube.com/watch?v=7-4na_46eM0

7. 協働ロボット導入のメリット

- (1) **安全性**・・・産業ロボットと違い**隔離する必要が無い**
- (2) 人手不足の改善・・・高齢化社会における労働人口減少
- (3) 作業員の負担軽減・・・身体的負担軽減
- (4) 生産性・品質の向上・・・一定の品質を保持することができる
- (5) 感染症対策・・・感染症による大量の欠勤に備える
- (6) 生產品の少量多品種化への対応・・・柔軟な生産ラインの変更が可能
- (7) コスト削減・・・人件費の削減
- (8) **従業員のウェルビーイングの向上**

8. 協働ロボットの安全性

国内の法令・通達

ロボットの安全性に関する法律・規制

法令・通達	内容
労働安全衛生法	第20条・第28条の2などで、危険防止措置やリスクアセスメントの努力義務を規定
労働安全衛生規則 第150条の4	産業用ロボットの運転中の危険防止措置（囲いやさくの設置）を義務化。ただし条件を満たせば協働作業も可能
基発1224第2号通達 （2013年）	協働ロボットの導入条件を明確化。リスクアセスメントにより囲いなしでも運用可能とした重要な通達

国際規格（ISO）と国内整合規格（JIS）

規格	内容	対象
ISO 10218-1 / JIS B8433-1	ロボット本体の安全要求事項	ロボットメーカー
ISO 10218-2 / JIS B8433-2	ロボットシステムの統合に関する安全要求事項	ユーザー・SI
ISO 12100	リスクアセスメントの基本原則	全般（設計・運用）

8. 協働ロボットの安全性

ロボットの安全性に関する法律・規制

協働運転の4つのモード (ISO/TS 15066より)

規格	内容
安全適合監視停止	人が近づくとロボットが停止
ハンドガイディング	人が手でロボットを誘導
速度・間隔監視	人との距離に応じて速度制御
電力・力制限 (PFL)	接触しても人体に危害を与えない力で動作

•ただし、治具や保持している部品などの形状により
基準値内であっても調整する必要はある



ISO/TS 15066 による 代表的な許容値（抜粋）

身体部位	準静的接触 (N)	過渡的接触 (N)
頭部	約65	約90
顔面	約65	約90
胸部	約140	約210
上腕	約150	約220
指	約80	約120
太もも	約180	約270
足	約160	約240

•準静的接触：ロボットがゆっくり押しつけるような接触
•過渡的接触：ロボットが動作中に衝突するような接触

9. 協調安全の考え方

企業訪問：IDEC株式会社 （本社：大阪 オートメーション&センシング事業等展開）

目的：ロボットが人間と共に働く場合の「協調安全（Safety 2.0）」の考え方について聞く

人とロボットが同時に働く際の安全とは？

協調安全【Safety 2.0】とは？

9. 協調安全の考え方

人の安全確保の考え方の変遷



2015年～
協調安全 **Safety2.0**

Safety2.0



Safety 2.0

「人」「モノ（機械）」「環境」を
ICT技術で繋ぐ

【協調安全】の実現

株式会社IDEC HPより抜粋

9. 協調安全の考え方

協調安全【Safety 2.0】

人の安全確保の考え方の変遷

2015年～
協調安全 Safety2.0

Safety2.0



未来モノづくり国際EXPO2025
展示の様子

Safety 2.0

機械が周囲の状況を判断し、
状況に合わせた動作をする

周囲にいる人のレベルや職種などを登録しておくことにより、どんな人が近づいてきたかを判断し、その人のレベルに合わせた動作をする

新人

機械のリスクをまだあまり理解していない

早くからスピードを
落とし、すぐ停止
できるよう準備する

マネージャー

その機械のリスクを
よく知っている

スピードをある程度
落とす

メンテナンス
要員

機械のリスクを最も
よく理解している

ギリギリまで
停止しないが良い

安全性と生産性を高いレベルで確保できる

9. 協調安全の考え方

協調安全【Safety 2.0】

人の安全確保の考え方の変遷

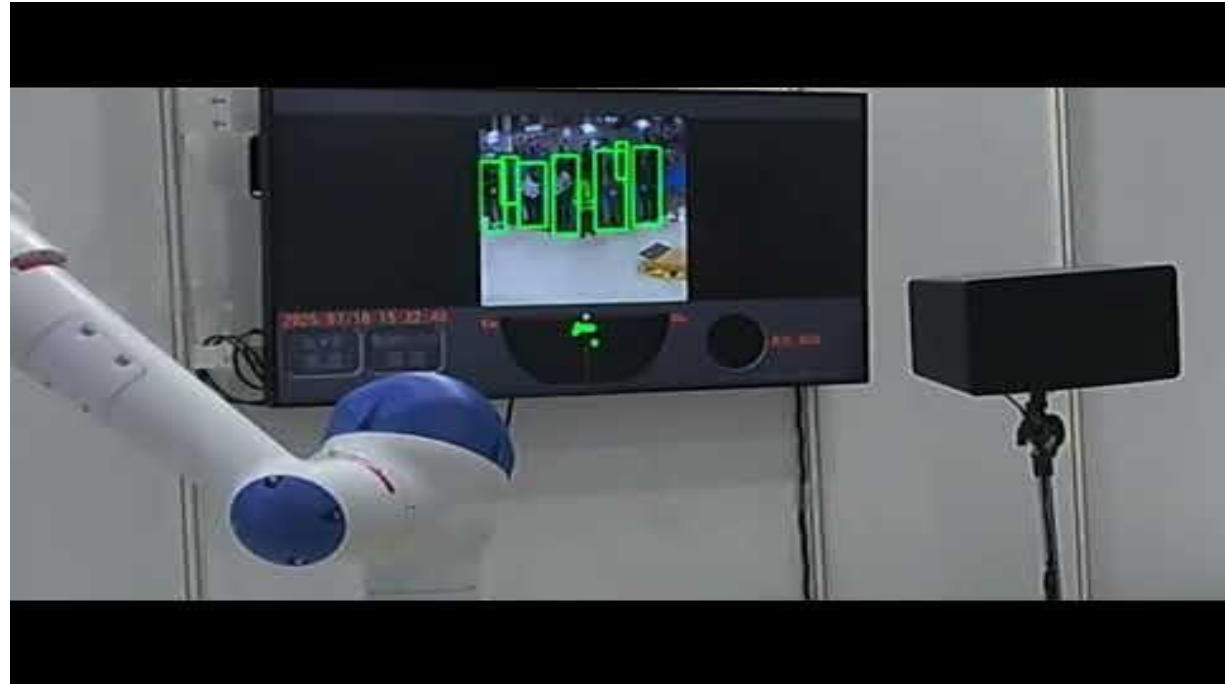
2015年～
協調安全 Safety2.0

Safety2.0



Safety 2.0

機械が周囲の状況を判断し、
状況に合わせた動作をする



未来モノづくり国際EXPO2025 IDEC社展示の様子

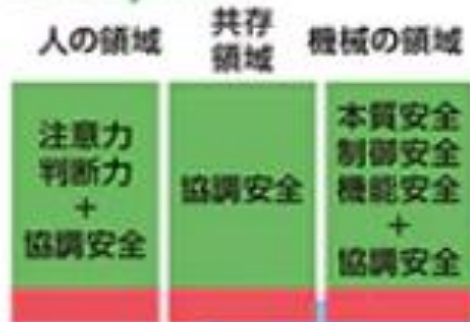
9. 協調安全の考え方

協調安全【Safety 2.0】

人の安全確保の考え方の変遷

2015年～
協調安全 Safety2.0

Safety2.0



Safety 2.0

機械が周囲の状況を判断し、
状況に合わせた動作をする



ただし、機械任せで人間が不安全な行動を取っていいわけではない
人間は必ず**ミス**をする
設備は安全な動作をしても、災害発生リスクは**ゼロ**ではない

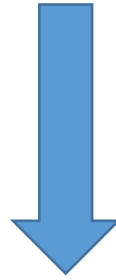
人間と機械双方が理解しあい、協調して
安全の確保をすることが重要



安全性と生産性を高いレベルで確保できる

10. 協働ロボットとウェルビーイング

ロボットの安全についてはすでにISO・JIS規格などの様々な法律や規制、ガイドラインや、Safety 2.0などの考え方が既にあることが判明



では、人間側のミスを減らすにはどうすればいいか？

10. 協働ロボットとウェルビーイング

人間のミスを減らすにはどうすればいいか？、について
さらにいろいろ調べていく過程で…



協働ロボットを導入すると

- ・「社員のウェルビーイングが上がる」
- ・「ウェルビーイングが上がる则災害発生率が**70%**減少する」

という研究発表があることがわかった



「協働ロボットとウェルビーイング」という観点からも調査

10. 協働ロボットとウェルビーイング

ウェルビーイングとは…「幸福感」「充実感」→「心と体と社会の良い状態」

1. 医学的ウェルビーイング：健康で機能障害が無い場合、幸福感を感じている
2. 主観的ウェルビーイング：感情に関するもの、おいしいものを食べた時、あるいは安全・安心感を
得た時に感じる幸福
3. 心理的ウェルビーイング：心身の潜在能力の発揮、人生の意義、やりがい・働きがいなどと表現され、
困難な場面を克服する、あるいは努力によって結果を得たときに感じる
「達成感」のようなもの

ロボットと協働することによって、従業員も「やりがい」や「達成感」のある仕事ができるようになるのではないかな？

10. 協働ロボットとウェルビーイング

ウェルビーイングが向上する



- ・生産性 31%増加
- ・売上 37%増加
- ・欠勤率 41%低下
- ・離職率 59%低下

・災害発生率 70%減少

本当に？

出展：ハーバード・ビジネス・レビュー日本版 2012年5月号

10. 協働ロボットとウェルビーイング

【協働ロボット導入によるウェルビーイング4つの因子の充実】

武蔵野大学ウェルビーイング学部 前野隆司 工学博士 の研究結果

やってみよう因子（自己実現と成長）

ルール通りに作業する単なる指示待ち作業ではなく、協働ロボット導入にどんな作業を任せるか自分のアイデアを反映できることで**主体性**が高まり仕事への**達成感**が得られる

ありがとう因子（つながりと感謝）

協働ロボット操作のノウハウを同僚に教えたり、逆に教わったりする場面が増え、知識の共有を通じて**相互理解**が深まり、**感謝の気持ち**や**人間関係の質**が向上する

なんとかなる因子（前向きさと楽観性）

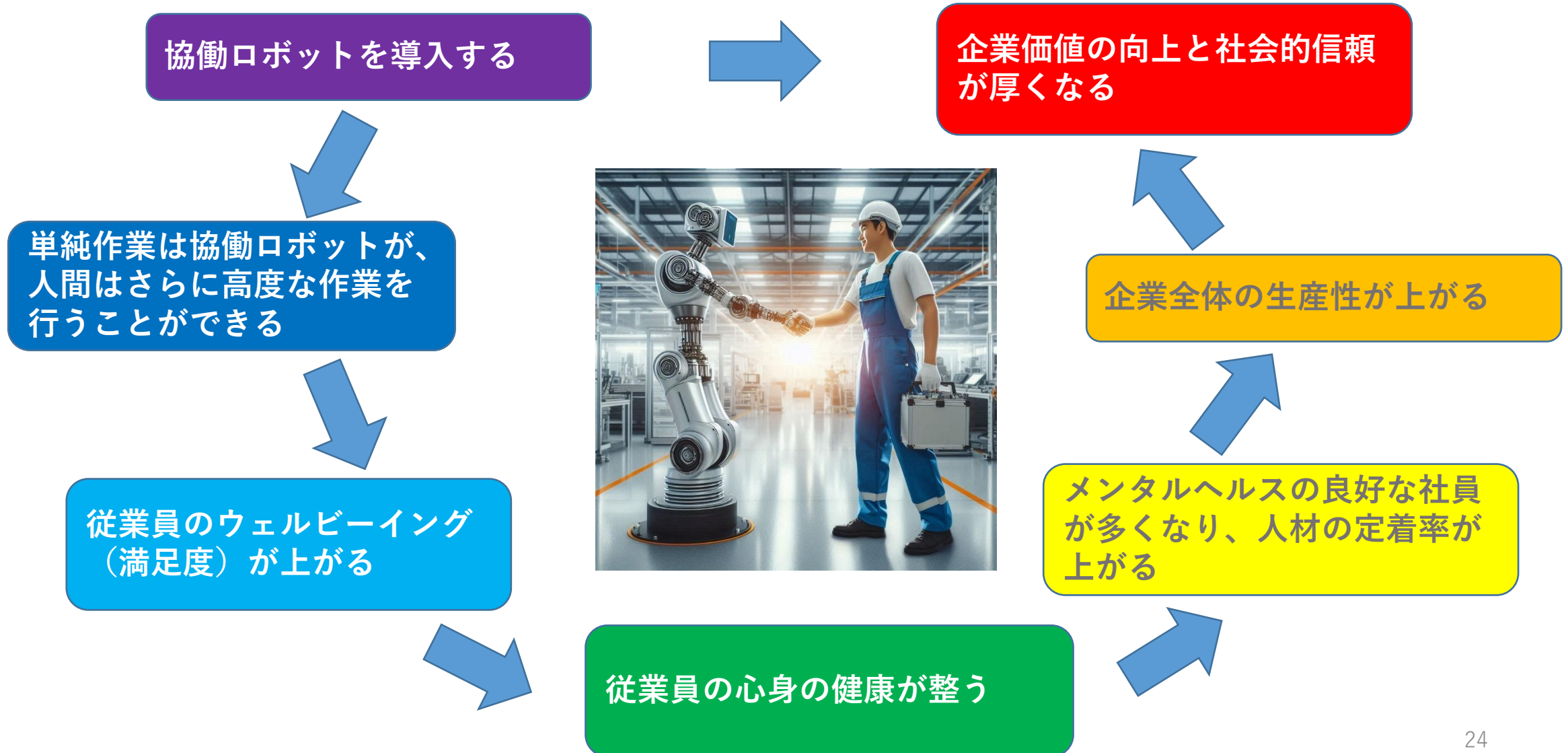
協働ロボット導入により、従来の課題（重作業・単調作業など）が軽減されることで**心の余裕**が生まれ、困難にも「**なんとかなる**」と思えるようになる

ありのままに因子（自己受容と個性の尊重）

協働ロボットに任せる作業と自分が行う作業を選択し**自分らしい働き方**ができることで**自己肯定感**が高まる

10. 協働ロボットとウェルビーイング

ウェルビーイングについて仮説を想定



10. 協働ロボットとウェルビーイング

web企業訪問：株式会社ミクニ 菊川事業所（静岡県菊川市 エンジン制御装置等製作）

小型の協働ロボットを導入（可搬重量約500g（ハンド込）、本体重量8kg、価格約30万円）

目的：既存ラインに導入できるロボット、省力・省人化 **作業効率**を上げる、社員のトレーニング
対象：選抜された社員の職場、ロボットに不慣れな社員

導入当初の狙い：

- ・生産性向上
- ・オペレーターの作業の5%を担当
- ・ロボットを全く使用したことが無い従業員をトレーニング、自身の作業の一部をロボットに担当させるプログラムを作成させる
- ・仕事をどう分担させるかを自分たちで考えさせる、「やりがい」をもたせる

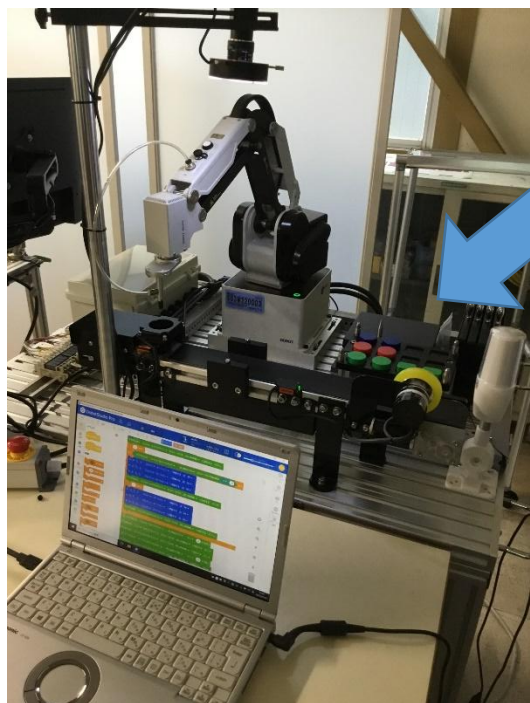
ウェルビーイング向上が
主目的ではなかったが…

ロボットにシリンジを持たせ、シリンジに入れたグリスを部品に塗布する工程作業



10. 協働ロボットとウェルビーイング

株式会社ミクニ 菊川事業所



ブロックを組み合わせて動作のプログラミングをしている



完成品を入れる袋を1枚ずつ取り出す作業をさせている

10. 協働ロボットとウェルビーイング

導入の効果（ロボットを使用している現場の方へのインタビュー結果）：

- ・ ロボットに自分の作業の一部を担当させ、その分**他の仕事**ができるようになった
→ **自分のできる作業**が増えた

やってみよう因子（自己実現と成長）

- ・ 他の仕事ができるようになったことで、今まで担当していなかった作業についても**理解**できるようになった
→ **工程全体**を俯瞰的に見るできるようになった

ありがとう因子（つながりと感謝）

- ・ 新しい機器への**苦手意識**が無くなった
→ 新しい現場への**順応**が早くなった

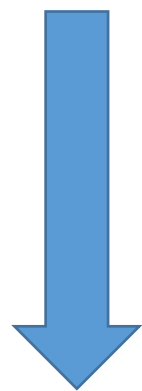
なんとかなる因子（前向きさと楽観性）



協働ロボットを導入したことによって、社員のモチベーション向上につながった
ロボットの導入は経営者だけでなく、従業員にもメリットがある！

10. 協働ロボットとウェルビーイング

導入の効果：仕事に対する満足度が上がり、やる気が増した



ウェルビーイングの向上

人間はさらに多能高度な作業に従事できる

人間は多能高度な作業に従事できる

他の業務についての理解が深まる

他の作業も一部を担当させる

ロボットに作業の一部を担当させる

他の業務についても効率的にできないか考える

工程全体についての理解が深まる

11. ウェルビーイングと安全

経営者

「生産効率を上げたい」



- ・ 残業を減らせ！
- ・ 作業密度を上げろ！



仕事楽しくない
疲れる
転職しよう



- ・ 楽しく仕事ができる
環境を作る
- ・ 社員に工夫させる



仕事楽しい！
もっと効率よくでき
ないかなあ



ウェルビーイングが向上すると会社の業績もアップ！

11. ウェルビーイングと安全

ウェルビーイングが向上する



- ・生産性 31%増加
- ・売上 37%増加
- ・欠勤率 41%低下
- ・離職率 59%低下

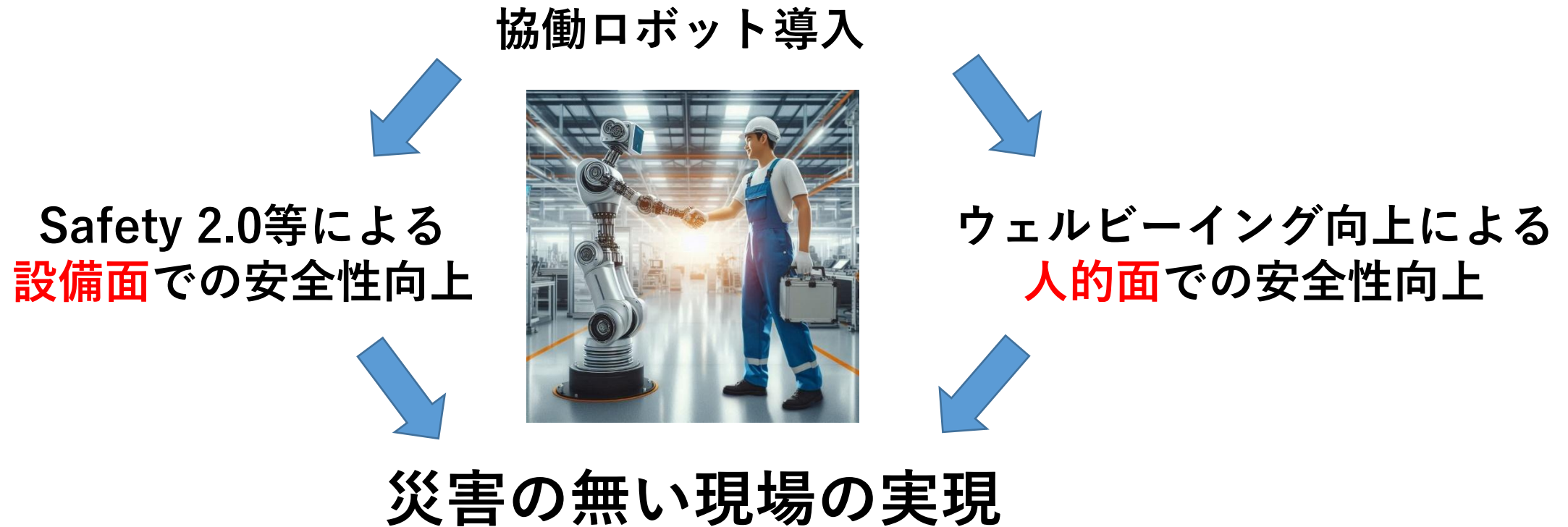
・災害発生率 70%減少

本当だ！

出展：ハーバード・ビジネス・レビュー日本版 2012年5月号

人間側のミスを減少させることができる

11. ウェルビーイングと安全



11. ウェルビーイングと安全

日本人は、アニメなどの影響でロボットに対し親近感を感じる文化がある

レストランの配膳ロボットや介護ロボット、ペット型ロボットなど、普通の生活にロボットが入って人間と一緒に生活している

職場においても新しいロボットと一緒に働くことによって、働くことが楽しいと感じられる意見もある

新しい人間の【相棒】とうまく付き合っていく方法を今後も考えていきましょう



終わり

ご清聴ありがとうございました

