

(別添1)

厚生労働科学研究費補助金
労働安全衛生研究事業

協働ロボットの活用実態と規格・指針の整合性に関する調査研究
(令和)7年度 総括研究報告書

研究代表者 野田 哲男

(令和)8 (2026)年 5月

(別添2)

目 次

I. 総括研究報告

協働ロボットの活用実態と規格・指針の整合性に関する調査研究 1

研究要旨 1

A. 研究目的 1

B. 研究方法 1

C. 研究結果 2

 (1) 協働ロボットに関連する安全規則や安全規格の調査(研究代表者 野田哲男, 研究分担者
 藤原清司, 中坊嘉宏) 2

 (2) 協働ロボットに関する最新の技術動向の調査(研究分担者 藤原清司, 中坊嘉宏, 吹田和
 嗣) 21

 (3) 協働ロボットの利用実態の調査(全員) 37

D. 考察 44

 協働ロボットに関連する安全規則や安全規格の調査 44

 協働ロボットに関する最新の技術動向の調査 44

 協働ロボットの利用実態の調査 45

E. 結論 45

F. 健康危険情報 46

G. 研究発表 46

 1. 論文発表 46

 2. 学会発表 46

H. 知的財産権の出願・登録状況 46

 1. 特許取得 46

 2. 実用新案登録 46

 3. その他 46

図表のページ 47

II. 研究成果の刊行に関する一覧表

厚生労働科学研究費補助金(労働安全衛生研究事業) 総括研究報告書 協働ロボットの活用実態と規格・指針の整合性に関する調査研究

研究代表者 野田 哲男 大阪工業大学 教授
研究分担者 藤原 清司 産業技術総合研究所 研究グループ長
中坊 嘉宏 産業技術総合研究所 主任研究員
吹田 和嗣 大同大学 教授
齋藤 剛 労働安全衛生総合研究所 部長
池田 博康 労働安全衛生総合研究所 特任研究員

研究要旨

本調査では、協働ロボットに関する国際規格と国内制度の関係を整理した。ISO10218:2025では対象がロボット単体から協働アプリケーション全体へ拡張され、ISO/TS15066の統合、SSM・PFL等の協働機能およびサイバーセキュリティ要求が組み込まれた。ISO13849では制御系設計やSRSが強化された一方、PL体系中心でSIL適用は限定的であり、AI安全要件は未規定である。国内制度は労働安全衛生法等により枠組みは整備されているが、一般義務規定中心で技術詳細は通達依存であり、国際規格との整合や協働単位のリスク評価に課題が残る。技術動向調査ではiREX2025や万博を対象に協調安全(Safety 2.0)を整理し、LiDAR・触覚・AI・シミュレーション等による高度化と高可搬化・モバイル化の進展を確認した。一方でISO適合範囲の不明確性やセンサ融合の複雑化、運用理解不足などのリスクも顕在化した。利用実態調査では導入拡大の一方で限定用途が中心であり、Slrとユーザ間の知識非対称性や教育・マニュアル整備不足、規格運用のばらつきが確認された。以上より、安全規制は制度・技術・教育の統合的再構築が求められる過渡期にある。

A. 研究目的

欧州産官学プロジェクトFP6(2005-2009)のSMErobotに端を発する協働ロボットなる技術が一定の市場シェアを持つに至った。同技術の開発コンセプトの一つにロボット安全柵を使用しないケースへの言及があったことから我が国で「安全柵の要らない産業用ロボット」との誤解が広まり、同時に国内法規との整合性が課題となった。

特にいわゆる2号通達以降、80W規制と安全柵と特別教育の関係について都合の良い解釈をして運用する場面が増え、「安全柵不要・特別教育不要」との誤った解釈が蔓延してきている。加えて、大型・高速の協働ロボットの製品化も進みつつあり、機能安全の重要性が増してきているが、これを適切に実施できるインテグレータは限られているのが現状である[1]。このような課題を背景に、現行法規制と標準規格、技術の間のギャップが顕在化し始めていて今後の法改正・指針改訂の必要性を検討する時期に来ている。ただし今後の法整備に向けた基礎的な情報がまず必要で、これ

をもって協働ロボットと空間を共有する労働者の安全を確保する方策改訂の第一歩を踏み出せる。

そこで本研究では実績ある研究者集団による調査研究を実施、協働ロボットの規制の将来の在り方に係る基礎資料としてとりまとめることを提案する。具体的には、国際規格、地域規格/規則/指令、各国国内規格の最新情報を調査対象とし、我が国の法規の現在地点、協働ロボットの国内での活用状況と運転中等の危険の防止に関連する最新の技術動向・内外法整備・安全要件・試験方法等を調査して現実と理想のギャップを抽出、国内労働安全衛生規則の改正や機能安全指針・活用実践マニュアルの現状調査を実施する。

利用状況調査では、小型(80W以下)ロボットだけでなく必要に応じて広義に捉えメーカー及びユーザの実態把握に努めるとともに、厚生労働省の機能安全指針・活用実践マニュアルの活用状況も対象とする。

B. 研究方法

本研究における調査は以下の5項目から構成され

る。全体の流れを図B-1に示し、詳細を以下に列挙する。

- (1) 協働ロボットに関連する安全規則や安全規格の調査（研究代表者 野田哲男，研究分担者 藤原清司，中坊嘉宏）
- (2) 協働ロボットに関する最新の技術動向の調査（研究分担者 藤原清司，中坊嘉宏，吹田和嗣）
- (3) 協働ロボットの利用実態の調査（全員）
- (4) 調査結果の分析と現行規則等の課題の抽出（全員）
- (5) 協働ロボットの安全条件の解明（全員）

このとき，令和7年度は（1）（2）（3）の研究を行ったので，報告する。

C. 研究結果

(1) 協働ロボットに関連する安全規則や安全規格の調査(研究代表者 野田哲男, 研究分担者 藤原清司, 中坊嘉宏)

国内外の関連安全規則や関連する安全規格を国内認証機関の協力の下，収集して内容を精査する。

一部の国内外の調査に参加した。

国内事業場における協働ロボット活用の急速な拡大を踏まえ、協働ロボットに関連する国際規格、国内法令、行政文書およびガイドラインを体系的に調査した（表 C-(1)-1-1）。特に ISO 10218 シリーズは、2025 年版において「協働アプリケーションに関連する安全要求の明確化」および「サイバーセキュリティ要求の組込み」など、安全設計の枠組みを大きく進化させている。本調査では、国際規格、国内法令および関連ガイドラインの要求項目を比較し、用語、要求事項、安全機能など多岐にわたる観点から差分を抽出し、今後国内法令を整備していく上で必須になると考えられる検討事項を整理した。

(1)-1 調査目的、対象範囲および調査手法

本調査の目的は、国内事業場における協働ロボット活用の広がりを踏まえ、国際規格、国内法令、行政文書および関連ガイドラインの要求項目を体系的に整理し、それらの関係を確認することである。特に ISO 10218 シリーズでは、「協働アプリケーションに関連する安全要求の明確化」お

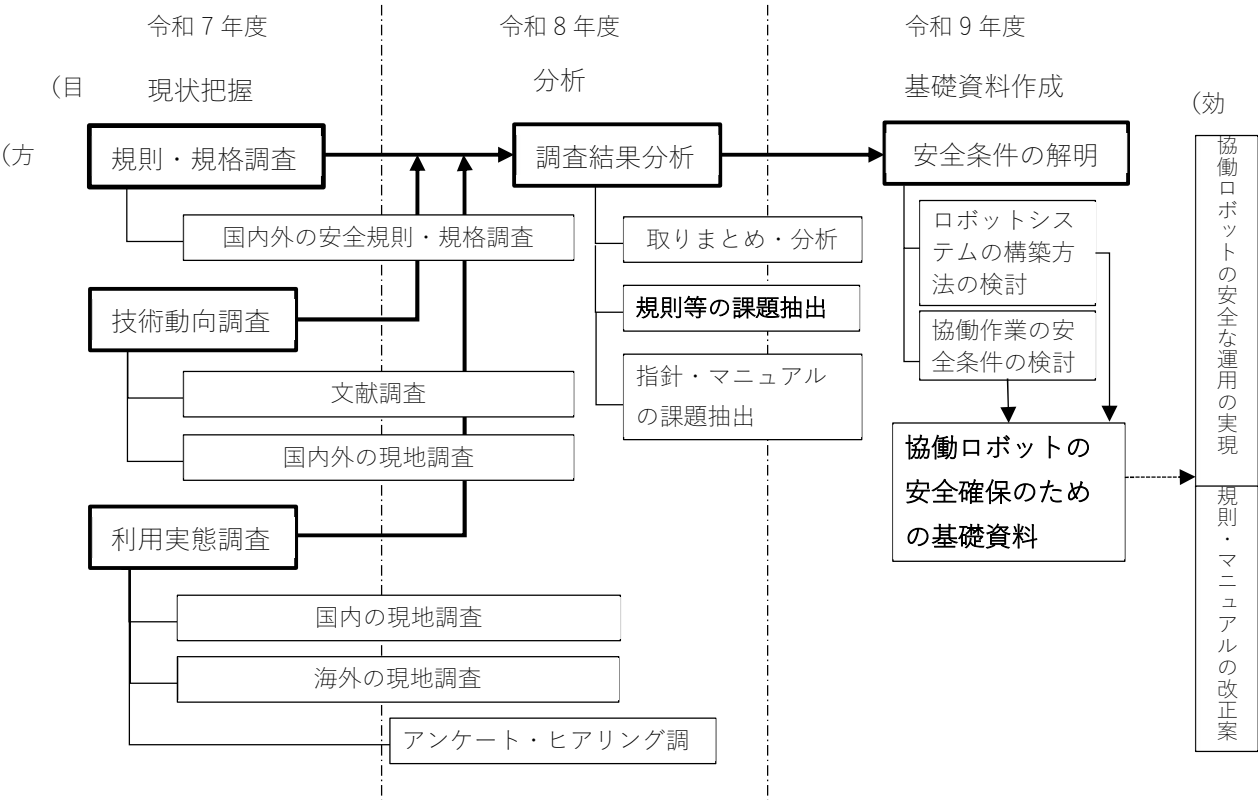


図 B-1. 研究計画の流れ図

よび「安全に影響する範囲でのサイバーセキュリティ要求の組込み」など、安全設計に関する要求事項が追加又は明確化されている。本調査では、用語、要求事項、安全機能などの観点から差分又は確認を要する事項を抽出し、今後、国内法令、通達、指針および関連ガイドラインとの関係を整理する上で検討対象となり得る事項を整理することを目指した。

調査対象とした規格は以下のとおり。

- ・ ISO 10218-1:2025
- ・ ISO 10218-2:2025
- ・ ISO 10218-1:2011 / JIS B 8433-1:2015
- ・ ISO 10218-2:2011 / JIS B 8433-2:2015
- ・ ISO/TS 15066:2016 / TS B 0033:2017
- ・ ISO 13849-1:2023
- ・ ISO 13849-1:2015 / JIS B 9705-1:2019
- ・ ISO 13849-2:2012 / JIS B 9705-2:2019

調査対象とした法令、行政文書およびガイドラインは以下のとおり。

＜法令・行政文書＞

- ・ 労働安全衛生法
- ・ 労働安全衛生規則
- ・ 基発 1224 第 2 号通達
- ・ 厚生労働省告示第 353 号（機能安全指針）

＜ガイドライン＞

- ・ 機能安全活用実践マニュアル 産業用ロボットシステム編
- ・ 機能安全活用テキスト
- ・ 協働ロボットの安全解説書～ロボットを使用した協働作業の実現に向けて～
- ・ 協働ロボット違い情報整理
- ・ 協働ロボット事例集

調査手法は以下のとおり。

- ・ 国際規格の要求事項確認
- ・ 関連規則、行政通達、安全指針の要求事項確認
- ・ 国際規格の新版と旧版の比較による差分抽出
- ・ 差分のあった国際規格と協働ロボットに関連する国内法令条項の確認

- ・ 国内法令、通達、指針および関連ガイドラインとの関係において、追加確認を要する項目を整理

(1)-2 国際規格の調査結果

本項では、本調査の対象である国際規格の概要を整理する。

◆ ISO 10218-1:2025

ISO 10218-1:2025 は、「ロボット及びロボティックデバイス—産業用ロボットのための安全要求事項—第 1 部：ロボット」であり、産業用ロボットの安全要求事項を規定する。ロボット単体を対象として基本的な危険源を記述し、危険源に関連するリスク対応のための要求事項を規定する。サービスロボットなどの異なる分類のロボット、ロボットシステム、人の昇降・運搬は対象外であり、騒音も適用範囲から除外される。

ISO 10218-1:2025 では、産業用ロボットの安全要求事項について、設計、機能安全、操作モード、協働アプリケーションに関係する機能、サイバーセキュリティ等の観点が追加又は明確化された。設計面では、材料特性、機械的強度、位置保持、危険エネルギー管理など、本質的安全設計に関する要求が整理されている。

機能安全については、ロボットクラス（Class I/Class II）の導入により、安全機能に関する性能要求の整理が明確化された。Class I は質量、速度、作用力に関する規定値を満たすロボットであり、これらの値は Class I 判定のための要素として扱われる。Class II については、規格で定める安全機能に対して PL d / SIL 2 相当の性能が要求される場合がある。

操作モードについては、自動／手動（低速・高速）とその切替要件が整理され、3P イネーブル装置、単一制御点（single-point-of-control）、予期しない起動防止など、ティーチングやセットアップ時の安全に関係する要求が明確化された。

協働アプリケーションに関連する要求が ISO/TS 15066 から取り込まれ、SSM、PFL、HGC などの機能が ISO 10218 内で体系的に扱われるようになった。ISO 10218:2025 では、協働の安全性はロ

ボット単体ではなく、協働アプリケーションとして設計・検証・妥当性確認されることが強調されている。

また、ロボットのネットワーク化を踏まえ、安全に影響する範囲でサイバーセキュリティ要求が追加され、通信ポートの管理や設定値保護など、制御系への不正アクセスが安全機能に影響し得る場合の対策が規定された。

◆ ISO 10218-2:2025

ISO 10218-2:2025 は、「ロボット及びロボティックデバイス—産業用ロボットのための安全要求事項—第2部：ロボットシステム及びインテグレーション」であり、第1部に適合する産業用ロボットを用いた産業用ロボットシステムまたはセルの設計、製造、設置、運転、保全または解体・撤去に関する安全要求事項を規定する。サービスロボットなどの異なる分類のロボット、人の昇降・運搬は対象外であり、騒音も適用範囲から除外される。

ISO 10218-2:2025 では、産業用ロボットを含むアプリケーション全体を安全に統合するため、リスクアセスメント、協働アプリケーション、機能安全、レイアウト、操作モード、サイバーセキュリティ等に関する要求が追加又は明確化された。リスクアセスメントでは、ロボットの高エネルギー動作や空間干渉に加え、準静的・過渡的接触の評価など、アプリケーション固有の危険源を扱う枠組みが示されている。

協働に関する要求については ISO/TS 15066 の内容が取り込まれ、人とロボットの協働はロボット単体ではなく「協働アプリケーション」として設計・検証・妥当性確認されることが明確化された。これにより、SSM/PFL/HGC などの協働を可能にする安全機能が、アプリケーション側のリスク低減方策として扱われる。

機能安全では、ISO 13849-1 又は IEC 62061 に基づく性能評価が参照され、安全機能ごとの PL/SIL、ならびに安全関連パラメータの設定・変更・検証に関する要求が整理されている。

レイアウト面では、最大空間、制限空間、保護空間といった空間概念が整理され、Limiting

Device による動作範囲管理、閉じ込め防止、安全なアクセス確保等を確認する観点が示されている。

操作モードは自動・手動（低速／高速）・HGC の切替条件が明確化され、single-point-of-control、予期しない起動防止、3P イネーブラの使用など、操作時の安全原則が整理されている。

さらに、ネットワーク接続の一般化を踏まえ、安全に影響する範囲でサイバーセキュリティ要求が追加され、通信ポート管理や設定値保護など、制御系の不正アクセス防止に関する要求が規格上示されている

◆ ISO/TS 15066:2016

ISO/TS 15066:2016 は、「ロボット及びロボティックデバイス—協働ロボット」であり、協働運転を行う産業用ロボットシステムおよびその作業環境に関する安全要求を規定する技術仕様である。ISO 10218-1 および ISO 10218-2 を補完する位置づけにあり、人とロボットが同一空間で作業を行う協働運用に特化し、協働ワークスペースの設計、タスク分析、危険源の同定、リスク低減手段の選定など、協働ロボットの運用上必要となる追加要件を提供する。産業用ロボットシステム以外のロボット、例えばサービスロボットなどには適用されない。

ISO/TS 15066 は、2016 年に発行された協働ロボット向けの技術仕様書であり、ISO 10218-1/-2 を補完するガイドとして位置付けられた。特に、人とロボットが接触する可能性のある協働運転において、力の許容値や測定手法など、ISO 10218 では示しにくい具体的な数値基準を提供する役割を担っていた。2025 年に改訂された ISO 10218-1、ISO 10218-2 では、従来 ISO/TS 15066 が扱っていた主な要求事項のうち、Power and Force Limiting (PFL) や Speed and Separation Monitoring (SSM) などが体系的に統合され、協働アプリケーションの安全要求が ISO 10218 本体に編入された。

ISO/TS 15066 は、人とロボットが同一空間を共有しながら同時に作業する協働運用を成立させるための具体的な設計指針と数値基準を提示した。

協働システムの設計にあたり、協働ワークスペースの三次元的な境界設定、アクセス経路、作業者の姿勢や可動範囲などの人間工学的要素を含めた詳細なリスクアセスメントが求められるようになった。

また、協働運用方法を「安全監視停止」「手動ガイド」「速度・距離監視」「力・パワー制限」の4方式に体系化し、それぞれに必要な安全機能や制御性能の基準を明確化した。

特に、力・パワー制限方式では、身体部位ごとに受容可能な圧力、力、エネルギーの閾値を附属書Aで示し、協働ロボットと人との接触が生じても傷害が許容範囲内に収まるよう、速度、質量、接触面積を定量的に設計する枠組みを提供した。

協働運用時の停止機能、移行動作、保護装置の要件、設定値の保全・管理など、協働特有の制御上の注意点も整理されており、協働アプリケーションの安全性を総合的に確保するための技術基盤を形成している。

◆ ISO 13849-1:2023

ISO 13849-1:2023 は、「機械類の安全性－制御システムの安全関連部－第1部：設計のための一般原則」であり、用いられるテクノロジーおよびエネルギーの形式、例えば電気、液圧、空圧、機械にかかわらず、機械類における制御システムの安全関連部分の評価に適用される。

機械類における制御システムの安全関連部分（SRP/CS）の設計および統合に関する方法論、要求事項、推奨事項およびガイダンスは規定するが、用いられるテクノロジー及びエネルギーの形式（例えば、電気、液圧、空圧、機械）には依存しない。

本規格は、機械安全に必要な安全関連制御系（SRP/CS）を体系的に設計・評価・検証するための枠組みを提供する。ISO 12100 に基づくリスクアセスメントの結果を出発点として、安全機能を明確化し、各安全機能に必要な PLr（Required Performance Level）を決定するための方法論を示している。さらに、SRP/CS を構築する際には、カテゴリ、MTTFD、DC、CCF などの定量・定性

的要素を組み合わせることで達成 PL を評価する仕組みを整備している。

本規格は機械制御の高度化に合わせて、ソフトウェア安全要求（SRASW/SRESW）を強化しており、ライフサイクルベースの開発プロセス、モジュール化、防御的プログラミング、パラメータ設定手順の安全確保などを扱う。

PL 達成を容易にするため、既存の安全認証済みサブシステムとの組み合わせや、複数サブシステムを直列に接続した場合の PL 合成ルール（最低 PL 制約や PFH 合算）を明示することで、実務上の設計判断を支援している。

また、システマティック故障を防止するための組織的対策、EMI 耐性の確保、検証・妥当性確認プロセス、技術文書化の要求など、SRP/CS のライフサイクルに関する要求を整理している。

なお、ISO 13849-1:2023 は SRP/CS の設計・評価・検証の方法論を与える規格であり、個別アプリケーションで用いるべき安全機能又は要求 PLr を直接指定するものではない。また、具体的なサイバーセキュリティ対策を規定するものでもない。

(1)-3 国内法令およびガイドラインの調査結果

本項では、産業用ロボットに関する国内法令およびガイドラインの概要を整理する。

◆ 労働安全衛生法 第20条

労働安全衛生法第20条は、事業者が労働者の安全を確保するため、機械、爆発物、電気などによる危険を防止する措置を講じる義務を定めた条文である。

◆ 労働安全衛生法 第28条の2

事業者が、建設物、設備、原材料、作業行動その他業務に起因する危険性又は有害性等を調査し、その結果に基づき、労働者の危険又は健康障害を防止するため必要な措置を講ずるよう努めることを定めた条文である。なお、労働安全衛生法第28条は、厚生労働大臣による技術上の指針等

の公表に関する条文であり、機能安全指針等の背景条項として別途参照され得る。

◆ 労働安全衛生法 第 59 条

労働安全衛生法第 59 条は、事業者に対して労働者の安全衛生教育の実施義務を定め、危険・有害業務には特別教育を義務付けている条文である。

◆ 労働安全衛生規則 第 36 条第 31 号

労働安全衛生規則第 36 条第 31 号は、特別教育を必要とする業務のうち、産業用ロボットの教示等の作業に関する特別教育の実施を義務付けている条文である。

◆ 労働安全衛生規則 第 36 条第 32 号

労働安全衛生規則第 36 条第 32 号は、特別教育を必要とする業務のうち、産業用ロボットの検査等の作業に関する特別教育の実施を義務付けている条文である。

◆ 労働安全衛生規則 第 150 条の 3

労働安全衛生規則第 150 条の 3 は、産業用ロボットの可動範囲内で教示作業を行う場合に、事業者が講じなければならない安全措置を定めた条文である。

◆ 労働安全衛生規則 第 150 条の 4

労働安全衛生規則第 150 条の 4 は、産業用ロボットと作業者が接触する危険を防止するための措置を定めた条文である。

◆ 労働安全衛生規則 第 150 条の 5

労働安全衛生規則第 150 条の 5 は、ロボット可動範囲内で検査、修理、調整、清掃、給油等を行う場合の安全措置を定めた条文である。

◆ 労働安全衛生規則 第 151 条

労働安全衛生規則第 151 条は、教示等作業を行う前に行う点検義務を定めた条文である。

◆ 基発 1224 第 2 号通達

基発 1224 第 2 号通達は、「産業用ロボットに係る労働安全衛生規則第 150 条の 4 の施行通達の一部改正について」であり、産業用ロボットと人が

協働作業できる条件を公的に明確化した通達である。協働作業可能となる条件は以下 2 点である。

- ・ リスクアセスメントで労働者に危険の生ずるおそれが無くなったと評価できる場合
- ・ ISO 10218-1/2 に準拠したロボットを適切に使用する場合

◆ 厚生労働省告示第 353 号（機能安全指針）

厚生労働省告示第 353 号は、「機能安全による機械等に係る安全確保に関する技術上の指針」である。機械類が電気、電子、プログラマブル電子制御によって制御されることが増えたことを踏まえ、機能安全によって機械のリスクを低減するための基準を示したものである。

◆ 機能安全活用実践マニュアル 産業用ロボットシステム編

機能安全活用実践マニュアル 産業用ロボットシステム編は、中央労働災害防止協会により作成された、産業用ロボットシステムにおいて機能安全を導入するための実務的ガイドラインである。

◆ 機能安全活用テキスト

機能安全活用テキストは、中央労働災害防止協会が作成した、機能安全の基礎知識を体系的に学ぶための厚生労働省公式の入門教育テキストである。

◆ 協働ロボットの安全解説書～ロボットを使用した協働作業の実現に向けて～

協働ロボットの安全解説書～ロボットを使用した協働作業の実現に向けて～は、ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会（RRI）WG2（製造業サブグループ）が 2023 年 3 月に発行した、協働ロボットを安全に導入するための実務解説書である。

◆ 協働ロボット違い情報整理

協働ロボット違い情報整理は、ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会（RRI）WG2 が作成した協働ロボット関連資料であり、メーカーごとに異なる用語・表現の違いを比較整理した文書である。

◆ 協働ロボット事例集

協働ロボット事例集は、ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会（RRI）WG2 が作成した協働ロボット導入の実例をまとめた資料である。

(1)-4 国内外の適合評価事例の概要

国内外の産業用ロボットについて、関連する要求事項への適合事例に関する調査を行った。ホームページの情報や認証機関の認証情報から確認できた事例を以下に示す。

◆ 海外事例 1（デンマーク）：Universal Robots

開発メーカーは Universal Robots であり、対象製品は UR3e、UR5e、UR7e、UR10e、UR12e、UR16e である。適用規格は、EN ISO 10218-1:2011、EN ISO 13849-1:2015 である。

他の技術規格および技術仕様への参照として、ISO/TS 15066:2016 が示されている。

安全上の特徴として、ISO 10218-1 を前提とした部分完成品としての組込み宣言書により、最終機械に組み込まれる前提での規格対応を宣言している。

出典：Universal Robots e-Series DOI <https://s3-eu-west-1.amazonaws.com/ur-support-site/41992/UR%20e-Series%20DOI%202026%200212.pdf>

◆ 海外事例 2（ドイツ）：KUKA Robotics Guangdong Co., Ltd.

開発メーカーは KUKA Robotics Guangdong Co., Ltd. であり、対象製品は KR 6 R500 Z200 CS、KR 6 R600 Z200 CS、KR 6 R700 Z200 CS である。適用規格は、EN ISO 10218-1:2011、EN 60204-1:2018 である。

安全上の特徴として、ISO 10218-1 を前提とした産業用スカラロボットとして設計され、非常停止や安全停止機能を備えた安全構造を有している。

出典：Certipedia certificate 50527448
<https://www.certipedia.com/certificates/50527448>

◆ 海外事例 3（台湾）：TECHMAN ROBOT Inc.

開発メーカーは TECHMAN ROBOT Inc. であり、対象製品は Techman Robot TM シリーズである。適用規格は、EN ISO 12100:2010、EN 60204-1:2018、EN ISO 13849-1:2015、EN ISO 10218-1:2011、ISO/TS 15066:2016 である。

安全上の特徴として、ISO 10218-1 に基づく安全設計と、ISO/TS 15066 を考慮した協働運転（PFL）対応を前提に開発された協働ロボットであり、力、速度、位置監視など多数の安全機能を備える。

出典：SGS Fimko certificate

https://files.omron.eu/downloads/latest/certification/en/sgs_fimko_coc_-_md_coc_20_hel_006_certificate_en.pdf?v=1

◆ 国内事例 1：FANUC CORPORATION

開発メーカーは FANUC CORPORATION であり、対象製品は CRX シリーズである。適用規格は ISO 10218-1、ISO 13849-1 である(FANUC America の製品資料記載に基づく)。

安全上の特徴として、FANUC America の製品資料では、CRX シリーズについて、人との協働を意図した安全関連機能として、高感度接触停止検知機能、接触停止後の再起動、Push-to-Escape 機能、硬い物体との接触時の退避による挟込み力低減、速度および安全設定のカスタマイズ、ならびに Dual Check Safety (DCS) による位置・速度監視が紹介されている。これらは協働アプリケーションへの適用を意図したロボット側の安全関連機能又は安全関連設定として整理できる（ただし、協働アプリケーションとしての安全性は、ロボット単体ではなく、エンドエフェクタ、ワークピース、作業者動線、速度・力設定、周辺設備、リスクアセスメントおよび検証・妥当性確認を含めて評価される）。

出典：FANUC America CRX brochure
<https://www.fanucamerica.com/docs/default-source/robotics-files/2025-crx-brochure.pdf>

◆ 国内事例 2：株式会社安川電機

開発メーカーは株式会社安川電機であり、対象製品は MOTOMAN-HC シリーズである。適用規格は ISO 10218-1、ISO 13849-1 である。

安全上の特徴として、人や物に触れると自動で安全に停止する。接触の衝撃を緩和するように、わずかに引き戻った後に停止する。動いているロボットに物が挟まれた場合でも、自動で停止した後、挟まれたものが脱出できるよう、自動退避方向に移動する。挟み込まれにくい構造と丸みを帯びた形状で安全を確保する。

出典：MOTOMAN-HC 紹介資料

<https://www.ym-c.co.jp/pickup/motoman-hc.html>

◆ 国内事例 3：デンソーウェーブ

開発メーカはデンソーウェーブであり、対象製品は COBOTTA である。適用規格は、EN ISO 10218-1:2011、EN 60204-1:2018、ISO/TS 15066:2016、EN ISO 13849-1:2023 である。

安全上の特徴として、外装に鋭利な部分がない。ユニークなアーム構造に加え、指を挟み込まないよう可動範囲も配慮されている。速度とトルクを監視する 6 つのセンサも内蔵されている。

出典：Certificate No. R 50440002 – Certipedia

(1)-5 規格体系および相互整合性の分析

本項では対象規格として挙げた国際規格ごとに最新版と旧版の比較を実施し、差分として挙げた項目の変化点と、安衛法・安衛則・関連指針等との関係を確認する上で追加検討を要する事項を整理する。

(1)-5-1 用語

本項では、協働ロボット関連規格に登場する用語について、最新版と旧版の比較を実施し、定義が新規追加または変更になったものを整理した。詳細は表 C-(1)-5-1、表 C-(1)-5-2「用語整理表」に記載されている。

◆ ISO 10218-1、ISO 10218-2 における新規追加の用語 (表 C-(1)-5-1)

ISO 10218-1 および ISO 10218-2 では、以下の用語が新規追加された。

- ① 産業環境 (Part1: 3.1.1.1 項)
- ② ロボットアプリケーション (Part1 and Part2: 3.1.1.4 項)

③ アプリケーション (Part1 and Part2: 3.1.1.5 項)

④ 協働アプリケーション (Part1 and Part2: 3.1.1.6 項)

⑤ 協働タスク (Part1 and Part2: 3.1.1.7 項)

⑥ 追加軸 (Part2: 3.1.2.2 項)

⑦ 補助軸 (Part1: 3.1.2.2 項)

⑧ 直接制御 (Part1: 3.1.3.4 項)

⑨ 外部制御 (Part1: 3.1.3.5 項)

⑩ オペレータ (Part1: 3.1.7.2 項、Part2: 3.1.7.3 項)

⑪ ユーザ (Part1: 3.1.7.3 項、Part2: 3.1.7.4 項)

⑫ 監視静止 (Part1 and Part2: 3.1.8.4 項)

◆ ISO 10218-1、ISO 10218-2 における変更のあった主要な用語と変化点

① 産業用ロボット (Part1 and Part2: 3.1.1.2 項)

・「産業環境で使用されるアプリケーション」を定義の条件として追加

・ロボット制御を構成要素として追加

・軸数、すなわち 3 軸以上の解釈を運動学統合軸まで拡張し明文化

② ロボットシステム (Part1 and Part2: 3.1.1.3 項)

・エンドエフェクタおよび周辺機器が構成要素として追加された

③ ロボットセル、産業用ロボットセル (Part1 and Part2: 3.1.1.8 項)

・ロボットセルは、機器のみではなく、ロボットアプリケーション、安全防護空間内の障害物や物体、安全防護物を含むものと定義された

④ 制御ステーション (Part1 and Part2: 3.1.3.1 項)

・制御ステーションは、筐体に制御デバイスを収容したものと定義された

・制御ステーションは、コントロールパネル、ペンダント、教示ペンダントを含むことが明記された

⑤ ペンダント (Part1 and Part2: 3.1.3.2 項)

・持ち運び可能な制御ステーションであることが明記された

- ・旧版では、ペンダントは教示ペンダントと同じ定義であった

⑥ 教示ペンダント (Part1 and Part2: 3.1.3.3 項)

- ・ロボットをプログラム、移動、作動可能なものと明記された
- ・旧版では、ペンダントは教示ペンダントと同じ定義であった

⑦ ローカル制御 (Part2: 3.1.3.4 項)

- ・旧版では局所操作と表現されていたが、用語として明記された
- ・ローカル制御の入力源を制御ステーションまたは教示ペンダントと明記された
- ・ローカル制御は、オペレータが直接視認可能な制御であることが明記された

◆ ISO 13849-1 における新規追加の用語

ISO 13849-1 では、以下の用語が新規追加された。(表 C-(1)-5-2)

- ① 安全要求仕様 (3.1.3 項)
- ② サブ機能 (3.1.28 項)
- ③ 平均故障間隔 (3.1.33 項)
- ④ 危険側故障比率 (3.1.34 項)
- ⑤ サブシステム (3.1.45 項)
- ⑥ サブシステム要素 (3.1.46 項)

◆ ISO 13849-1 における変更のあった主要な用語と変化点

- ① カテゴリ (3.1.4 項)
 - ・サブシステムの分類という概念として明記された
- ② 安全インテグリティレベル (3.1.7 項)
 - ・基本的には同じであるが、改訂版の ISO 13849-1 では SIL4 は対象としないことが注記された
- ③ フォールト (3.1.8 項)
 - ・基本的には同じであるが、フォールトはランダムフォールトまたはシステムティック故障によって引き起こされるフォールトを意味する、ということが注記された
- ④ 監視 (3.1.29 項)
 - ・旧版では、監視を保護方策の始動を確実にする方法と位置付けていたが、改訂版では、直接監

視、間接監視、相互監視を含む診断方策として明記された

(1)-5-2 要求事項

本項では、協働ロボット関連規格の要求事項について、最新版と旧版の比較を実施し、要求事項が新規追加または変更になったものを整理した。詳細は表 C-(1)-5-3, 表 C-(1)-5-4, 表 C-(1)-5-5 「安全要件対応表」に記載されている。

◆ ISO 10218-1:2025 における新規追加の要求事項 (表 C-(1)-5-3)

ISO 10218-1:2025 における主な新規追加要求事項は以下となる。

- ① 材料、機械的強度および機械的デザイン (5.1.2 項)
 - ・ロボットの材料と強度に関する要求が追加された
- ② 梱包 (5.1.4 項)
 - ・ロボットおよびその部品の梱包に関する要求が追加された
- ③ 位置保持 (5.1.8 項)
 - ・駆動力なしでロボットの位置を維持する手段を求める要求が追加された
- ④ 補助軸 (5.1.9 項)
 - ・オプション機能として補助軸の要求が追加された
- ⑤ サイバーセキュリティ (5.1.16 項)
 - ・サイバーセキュリティに関するリスク評価を実施する要求が追加された
- ⑥ ロボットクラス (5.1.17 項)
 - ・機体重量、可搬重量、最高速度を基準に、2つのクラスにロボットが区分されるようになった
 - ・クラスにより、要求される安全機能レベルが異なる
- ⑦ 予期しない起動からの保護 (5.2.2 項)
 - ・予期しない起動に関する要求が新規追加された
 - ・旧版の意図しない操作の要求も含んだものとなっている
- ⑧ ロボットの制御手段 (5.2.8 項)

- ・制御パネルまたは教示ペンダントによる直接制御、または外部制御機能のいずれかの提供が必要である要求が追加された
 - ・制御ステーションには、非常停止機能装置および通常停止機能が必要である要求が追加された
 - ⑨ 安全機能のパラメータ化 (5.3.5 項)
 - ・安全機能のパラメータに関する要求が追加された
 - ⑩ 安全機能における通信 (5.3.6 項)
 - ・安全機能においてデータ通信を使用する際の要求が追加された
 - ⑪ 通常停止 (5.4.4 項)
 - ・停止機能に「保護停止」と「非常停止」に加えて、「通常停止」が追加された
 - ⑫ 起動／再起動インターロックおよびリセット (5.5.2 項)
 - ・起動／再起動インターロックとリセットに関する要求が追加された
 - ⑬ 信号と警告装置 (7.2 項)
 - ・信号と警告装置に関する要求が追加された
 - ⑭ 取扱説明書 (一般) (7.5.1 項)
 - ・ISO 12100:2010 の 6.4.5 および ISO 20607:2019 に準拠した取扱説明書を提供することが明記された
 - ・電気機器の関連情報は IEC 60204-1:2016+AMD1:2021 の 17 項の要件に準拠することと明記された
 - ⑮ 意図された使用 (7.5.3 項)
 - ・意図された使用について追加された
 - ⑯ 特異点 (7.5.8 項)
 - ・特異点に関する要求が追加された
 - ⑰ サイバーセキュリティ (使用上の情報) (7.5.11 項)
 - ・サイバーセキュリティに関する要求が追加された
- ◆ ISO 10218-1:2025 における変更のあった主要な要求事項と変化点
- ① 取り扱い、持ち上げおよび輸送 (5.1.3 項)
 - ・使用上の情報によって、つり上げ、輸送における危険を防止することが明記された
 - ・機体や部品の重量が 23 kg 以下の場合は、つり上げ、輸送、および取り扱いの使用上の情報のみで十分であり、他の方策が不要とされた
 - ② 電気、空圧および油圧の部品 (5.1.13 項)
 - ・空圧機器の要求事項 (ISO 4414:2010) と油圧機器の要求事項 (ISO 4413:2010) に準拠する要求が追加された
 - ③ 高速度 (5.2.7.2.3 項)
 - ・安全機能である 5.5.3.2 監視速度の要求が追加された
 - ④ 運転モードの選択、作動および変更 (5.2.7.3 項)
 - ・モード切替機能の安全機能と非安全機能部分が明確化された
 - ⑤ ケーブルレスまたは着脱式教示ペンダント (5.2.8.5 項)
 - ・ケーブルレス教示ペンダントがどのロボットに接続されているのか表示する要求が追加された
 - ・ケーブルレス教示ペンダントが IEC 62745:2017 に準拠する要求が追加された
 - ⑥ 安全機能の性能 (5.3.3 項)
 - ・安全機能の性能について、Class II ロボットに対し $PFH < 4.43 \times 10^{-7}/h$ であればカテゴリを問わない方法が追加された
 - ⑦ EMC (電磁両立性) (5.3.7 項)
 - ・EMC 要求が安全関連部のみに限定する要求へ変更された
 - ⑧ 低減速度 (5.5.3.1 項)
 - ・ツールセンターポイント (TCP) だけでなく、露出部および補助軸の速度も 250 mm/s 以下とする要求が追加された
 - ⑨ 監視速度 (5.5.3.2 項)
 - ・監視速度機能の対象がツールセンターポイント (TCP) のみならず、露出部と補助軸にも拡大された
 - ⑩ ロボット動作の制限 (5.7 項)
 - ・機械式ストッパ必須が廃止され、機械式、電気機械式、ソフトウェア方式のいずれでも可と変更された
 - ・ロボットクラスによる動作制限の要求が追加された

⑪ ハンドガイド制御（HGC）（5.10.2 項）

- ・ HGC に必要な安全機能が追加された
- ・ HGC 用速度制限ルールが明確化された
- ・ 単一点、直接制御が HGC の必須条件として追加された
- ・ ホールド・トゥ・ランの要求が追加された
- ・ 振動試験（ISO 20643）の要求が追加された

⑫ 動力および力の制限（PFL）（5.10.4 項）

- ・ 制限値が調整可能であることが要求として追加された
- ・ 制限値超過時の停止カテゴリ 2 保護停止後、リセットが必要とされた
- ・ 監視速度、ソフトウェア制限、監視停止も安全機能として追加された

⑬ 識別（7.5.2 項）

- ・ ロボット自体にマーキングされた名称も必要であることが追記された

⑭ 設置（7.5.4 項）

- ・ 設置に関する要求が明確化された

⑮ 停止（7.5.5 項）

- ・ 停止に関する要求が明確化された

⑯ 危険なエネルギー（7.5.9 項）

- ・ 危険なエネルギーに関する要求が明確化された

⑰ 駆動力なしの動作（7.5.10 項）

- ・ 駆動力なしの動作に関する要求が明確化された

⑱ 機能安全（一般）（7.5.12.1 項）

- ・ 安全機能の記述方法について、ISO 13849-1:2023 の 5.2.1.3 または IEC 62061:2021 の 10.3 に従うことが明記された

⑲ 保守（7.5.16 項）

- ・ 保守に関する要求が明確化された

⑳ 異常および緊急事態（7.5.17 項）

- ・ 異常および緊急事態に関する要求が明確化された

◆ ISO 10218-2:2025 における新規追加の要求事項（表 C-(1)-5-2）

ISO 10218-2:2025 における主な新規追加要求事項は以下のとおり。

① 協働アプリケーションの特性（4.3 項）

- ・ 協働アプリケーションの特徴が新規追加された

② 材料、機械的強度および機械的設計（5.2.2 項）

- ・ 材料、機械的強度、機械的設計に関する要求が追加された

③ 持ち上げまたは移動の手段（5.2.3 項）

- ・ 初期設置後の移動における持ち上げ、移動手段に関する要求が追加された

④ 温度および火災のリスク（5.2.6 項）

- ・ ロボットアプリケーションのアクセス可能な表面温度が ISO 13732-1:2006 および ISO 13732-3:2005 に準拠する要求が追加された

⑤ 位置保持（5.2.8 項）

- ・ 位置保持に関する要求が追加された
- ・ ISO 10218-1:2025 の 5.1.8「位置保持」に準拠することを要求

⑥ 追加軸（5.2.9 項）

- ・ 追加軸に関する要求が追加された

⑦ サイバーセキュリティ（5.2.16 項）

- ・ サイバーセキュリティに関する要求が追加された

⑧ ローカル制御、リモート制御および単一点制御（5.3.5 項）

- ・ ローカル制御、リモート制御、単一点制御に関する要求が追加された

⑨ 通信（5.5.9 項）

- ・ 安全機能においてデータ通信を使用する際の要求が追加された

⑩ 制御機能（一般）（5.7.1 項）

- ・ 制御機能は IEC 60204-1:2016+AMD1:2021 の要件と ISO 10218-1:2025 の要件に準拠することが記載された

⑪ 運転モード、有効な保護機器および安全機能（5.7.2.4 項）

- ・ ガードの移動または取り外し、保護装置を無効にして運転する場合の適切な運転モード提供に関する要求が追加された

⑫ 状態表示および警告装置（5.7.4 項）

- ・ 状態表示や警告装置に関する要求が追加された

⑬ 保護装置の無効化（5.8.4 項）

- ・ 保護装置の無効化に関する要求が追加された

⑭ リスク低減の方策（5.9.2 項）

- ・ ISO/TR 20218-1:2018 の 5.2 (Risk reduction measures) の内容が収録された
 - ⑮ 形状および表面 (5.9.3 項)
 - ・ ISO/TR 20218-1:2018 の 5.2.1 (Shape and surfaces) の内容が収録された
 - ⑯ 保護装置および／または安全機能 (5.9.4 項)
 - ・ ISO/TR 20218-1:2018 の 5.2.2 (Protective devices and safety-related functions) の内容が収録された
 - ⑰ エンドエフェクタおよびロボットアプリケーションのデザイン (5.9.5 項)
 - ・ ISO/TR 20218-1:2018 の 5.2.2 (Protective devices and safety-related functions) の内容が収録された
 - ⑱ エンドエフェクタ交換システム (5.9.6 項)
 - ・ ISO/TR 20218-1:2018 の 5.7 (End-effectors exchange systems, tool changers) の内容が収録された
 - ⑲ 垂直移動コンポーネント (5.10 項)
 - ・ 垂直移動コンポーネントに関する要求が新規追加された
 - ⑳ レーザおよびレーザ装置 (5.11 項)
 - ・ レーザ機器使用時の要求が新規追加された
 - ㉑ ラベリング (5.15.5 項)
 - ・ ラベリングに関する要求が新規追加された
 - ㉒ 安全機能パラメータ設定 (6.3.2 項)
 - ・ 安全機能パラメータ設定に対する検証の要求が追加された
 - ㉓ 生体力学的制限 (6.3.3 項)
 - ・ 生体力学的制限に関する検証の要求が追加された
 - ㉔ 補足的な保護方策 (6.4 項)
 - ・ 補足的な保護方策への検証の要求が追加された
 - ㉕ 信号および警告装置 (7.2 項)
 - ・ 信号および警告装置に関する要求が追加された
 - ㉖ 標識 (ピクトグラム) および警告書 (7.4 項)
 - ・ 標識 (ピクトグラム) と警告書に関する要求が追加された
 - ㉗ 識別 (7.5.2 項)
 - ・ 識別に関する要求が追加された
 - ㉘ 意図された使用 (7.5.3 項)
 - ・ 意図された使用に関する要求が追加された
 - ㉙ 設定および操作 (7.5.8 項)
 - ・ 設定および操作に関する要求が追加された
 - ⑳ 危険なエネルギー (7.5.12 項)
 - ・ 危険なエネルギーに関する要求が追加された
 - ㉑ 制限装置および制限空間 (7.5.13 項)
 - ・ 制限装置および制限空間に関する要求が追加された
 - ㉒ 駆動動力なしの動作 (7.5.14 項)
 - ・ 駆動動力なしの動作に関する要求が追加された
 - ㉓ 安全機能 (7.5.16 項)
 - ・ 安全機能に関する要求が追加された
 - ㉔ 運転モード (7.5.17 項)
 - ・ 運転モードに関する要求が追加された
 - ㉕ エンドエフェクタ (7.5.20 項)
 - ・ エンドエフェクタに関する要求が追加された
 - ㉖ 協働アプリケーション (一般) (7.5.22.1 項)
 - ・ 協働アプリケーションに関する要求が追加された
 - ㉗ 速度と分離の監視 (SSM) アプリケーション (7.5.22.2 項)
 - ・ SSM アプリケーションに関する要求が追加された
 - ㉘ 動力および力の制限アプリケーション (7.5.22.3 項)
 - ・ 動力および力の制限アプリケーションに関する要求が追加された
 - ㉙ サイバーセキュリティ (7.5.23 項)
 - ・ サイバーセキュリティに関する要求が追加された
- ◆ ISO 10218-2:2025 における変更のあった主要な要求事項と変化点
- ① 安全要件とリスク低減対策 (一般) (5.1 項)
 - ・ ロボットアプリケーションに適用されるロボットは ISO 10218-1:2025 に適合したロボットを使用することが明記された
 - ② 設計 (一般) (5.2.1 項)
 - ・ 機械・装置に付属する使用情報に基づいて設計を行うものとすることが明記された
 - ③ 動力の消失または変化 (5.2.10 項)
 - ・ 動力の消失、変化の対象がエンドエフェクタのみから全コンポーネントになった

- ・動力の再始動がいかなる危険な動作または安全関連パラメータの変更を生じないことに関する要求が追加された
 - ・予期しない起動は、ISO 14118:2017 に従う要求が追加された
- ④ レイアウト（一般）（5.4.1 項）
- ・オペレータ作業は安全防護空間内ではなく外から実施することを要求し、内部での作業が必要な場合のアクセス経路の安全性、すなわち滑り、つまずき、落下への対策を詳細に要求するように変更された
 - ・ワークステーションは ISO 14738:2002、接近の開口部は ISO 15534-2:2000、全身アクセスの開口部は ISO 15534-1:2000 に準拠する要求が追加された
- ⑤ 機械的制限装置（5.4.7.2 項）
- ・境界ガードを制限装置とする場合、ISO 14120:2015 に準拠する要求が追加された
 - ・変形が起こる可能性のあるガードの使用を禁止する要求が追加された
- ⑥ 非機械的制限装置（5.4.7.3 項）
- ・非機械式制限装置は、ISO 10218-1:2025 の 5.7.1 と、5.7.3 または 5.7.4 に適合しなければならないことが明記された
 - ・ソフトウェアベースの制限安全機能を有する場合は、ロボット製造業者の指示に従い、アプリケーション用に安全機能の設定を行う要求が追加された
- ⑦ 安全機能（一般）（5.5.1 項）
- ・選定されたロボットの安全機能は ISO 10218-1:2025 の 5.3 に準拠しなければならない要求が追加された
- ⑧ 性能（5.5.3 項）
- ・安全機能の性能について、PFH が $4.43 \times 10^{-7}/h$ 未満であれば、カテゴリを問わない方法が追加された
- ⑨ 低減速度（5.5.6.1 項）
- ・TCP のみではなく、露出部と補助軸の速度も 250 mm/s 以下とする要求が追加された
- ⑩ 起動／再起動インターロックおよびリセット（5.5.7 項）
- ・ISO 13849-1:2023 の 5.2.2.4（Restart function）に適合する要求が追加された
 - ・自動的な起動／再起動を防止しなければならない事象が明記された
 - ・ISO 13849-1:2023 の 5.2.2.3（Manual reset function）に適合する要求が追加された
- ⑪ 監視静止（5.5.8 項）
- ・停止位置を 5.5.3 に従って監視および維持する要求が追加された
 - ・意図しない動作は、停止カテゴリ 0 または 1 とする要求が追加された
- ⑫ 電磁的要求事項（5.5.10 項）
- ・安全関連制御システムは、IEC 61000-6-7:2014 の要求事項を満たさなければならないことが明記された
- ⑬ 停止（5.6 項）
- ・停止機能に「保護停止」と「非常停止」に加えて、「通常停止」が追加された
- ⑭ 自動（5.7.2.2 項）
- ・ロボットアプリケーションおよびロボットセルに自動モードが必須であると明記された
 - ・自動モードから他のモードへの変更は保護停止しなければならないと明記された
- ⑮ マニュアルモード（一般）（5.7.2.3.1 項）
- ・手動モードが必須の要求となった
- ⑯ 低減速度（5.7.2.3.2 項）
- ・Class I ロボットのジョギング、ティーチング、プログラミング、およびプログラム検証が危険な状態を引き起こさない場合を除き、低速手動モードが必須と明記された
 - ・安全防護空間内でのロボットアプリケーションまたはロボットセル動作は、教示ペンダント必須と明記された
 - ・動作開始に別途の意図的な手動操作が必要と明記された
- ⑰ 高速度（5.7.2.3.3 項）
- ・ISO 10218-1:2025 の 5.2.7.2.3（High-speed）に準拠することが明記された
- ⑱ 運転モードの選択、作動および変更（5.7.2.5 項）
- ・モード選択手段、すなわちキースイッチ、

タッチ画面などは、機能安全要求に適合する必要はないことが明記された

- ・モード選択は意図的な手動操作が必要であることが明記された
- ・不正または不注意によるモード選択の防止について追記された
- ・モードの有効化により安全機能への影響がある際の要求が追加された
- ・モードの選択または作動が安全機能の場合、ISO 13849-1:2023 の 5.2.2.9 (Requirements for operating mode selection) に適合する要求が追加された

⑲ 予期しない起動からの保護 (5.7.3 項)

- ・ISO 14118:2017 に適合する要求が追加された

⑳ ローカル制御 (5.7.6.2 項)

- ・ローカル制御が提供される場合、ISO 13849-1:2023 の 5.2.2.5 (Local control function) に適合する要求が追加された
- ・ローカル制御中は単一制御ソースのみであることが明記された
- ・ロボットは ISO 10218-1:2025 の 5.2.9 (Means of initiating automatic operation)、ロボットアプリケーションは 5.7.8 (Control stations) に適合する要求が追加された
- ・ローカル制御が教示ペンダントによって提供される場合の要求が追加された
- ・教示ペンダントがない場合の要求が追加された
- ・リモート制御が有効であることを表示する要求が追加された
- ・安全防護空間内でローカル制御を解除する際は、安全防護空間の外側から別途確認が必要である要求が追加された

㉑ リモート制御 (5.7.6.3 項)

- ・リモート制御が提供される場合、ISO 13849-1:2023 の 5.2.4 (Remote access) に適合する要求が追加された
- ・リモート制御の開始はローカル制御からの確認に関する要求と、リモート側からセルを遮るものなく視認可能な手段、例えばビデオを提供して確認する要求が追加された

- ・手動モードの遠隔制御は 5.7.2.3 に準拠する要求が追加された

- ・危険源に関する制御および値変更は単一制御点のみでリセット可能とされた
- ・遠隔制御はローカル制御をオーバーライド禁止とされた
- ・遠隔制御に不要な装置は安全状態とする要求が追加された
- ・遠隔制御専用の安全防護要求が追加された
- ・安全関連パラメータの遠隔変更に関する要求が追加された
- ・遠隔操作中のローカル制御表示の要求が追加された
- ・遠隔制御によるモード変更の有効化の要求が追加された

㉒ ミューティング (5.8.7 項)

- ・IEC 62046:2018 に適合する要求が追加された

㉓ エンドエフェクタ (一般) (5.9.1 項)

- ・エンドエフェクタを安全機能の一部として扱う要求が追加された
- ・動力なしで挟まれた人体部分を手動解放できることを要求として追加された
- ・位置情報と連動する不注意解放防止安全機能の要求が追加された
- ・作業者近接時の力制限、PFL 適合、挟まれ排除対策が体系化された
- ・エンドエフェクタの安全機能が PL/SIL、すなわち 5.5 および附属書 C に従うことが義務化された
- ・動的負荷、すなわち加減速力まで含めた適合義務が追加された
- ・ツール脱落は安全条件でのみ放出するという新しい明確なルールが追加された
- ・期待寿命全体で耐力を持つ構造設計が明文化された
- ・ロボット無通電時のエンドエフェクタ個別電力供給の安全要求、すなわち保全対応が追加された
- ・エネルギー喪失または回復時の危険防止義務、すなわち落下・射出防止が追加された

- ②④ 手動ロード／アンロードステーションおよびその他の手動ステーション（一般）（5.12.2.1 項）
- ・手動ステーション操作での潰れ、巻込、せん断の排除を明確に義務化した
 - ・隙間・開口寸法を 5.8.5.2 に統一した
 - ・高さ 1400 mm 以下では追加保護対策を必須化した
 - ・人とロボットが同一空間アクセスで同時入場不可の場合の安全方式、すなわち停止カテゴリ 2 と監視停止に関する要求が追加された
 - ・保護装置の要求として、人からロボット、ロボットから人の双方向の保護に関する要求が追加された
- ②⑤ 安全防護空間内側の手動ステーション（5.12.2.3 項）
- ・存在検知領域が危険区域全体を含む要求が追加された
 - ・存在検知不可時は保護停止と再起動インターロックを求める要求が追加された
 - ・インターロックの誤リセット防止措置が必須要求となった
 - ・手動リセットは空間全域が視認可能な配置が必須となった
 - ・ロボット側の侵入防止に関する要求が追加された
- ②⑥ 協働アプリケーション（一般）（5.14.1 項）
- ・準静的接触および過渡的接触モデルに基づく保護義務が新設された
 - ・頭部、顔などの敏感な身体部位への接触禁止が明文化された
 - ・協働タスクの実行可能タイミングの視覚表示に関する要求が追加された
 - ・1 人以上の作業者が安全防護空間に入ると安全機能が全作動することを必須とする要求が追加された
 - ・協働用ロボットは ISO 10218-1:2025 の 5.10 に適合必須の要求が追加された
 - ・質量低減、すなわち軽量設計が義務化された
 - ・ISO/TS 15066 の内容が取り込まれた
 - ・挟まれ時に作業者が脱出できる手段に関する要求が追加された

- ②⑦ 安全防護空間（5.14.2 項）
- ・危険接触防止およびクリアランス防止をロボット制御の義務として規定された
 - ・協調／同期動作、例えばライントラッキング等への考慮について明記された
- ②⑧ ハンドガイドコントロール（HGC）（一般）（5.14.4.1 項）
- ・HGC に監視速度（5.5.6.2）、停止カテゴリ 2 の保護停止、監視静止（5.5.8）の 3 要素安全機能が必須であることが追記された
 - ・ハンドガイド制御（HGC）は、ISO 10218-1:2025 の 5.10.2 に準拠することが追加された
 - ・HGC 解放時の挙動が追記された
 - ・HGC 操作時の危険区域の視認性を必須とする要求が追加された
 - ・操作者の挟まれ、圧迫、鋭利エッジ接触防止の設計義務が追加された
 - ・3 ポジションイネーブル装置を HTR の代替として使用することを許容する要求が追加された
 - ・動作範囲制限について、ソフトウェア安全制限機能の要求が追加された
- ②⑨ 速度と間隔の監視（SSM）（一般）（5.14.5.1 項）
- ・安全防護空間内の一人ではなく全ての人に適用することが明記された
 - ・ISO/TS 15066:2016 の 5.5.4（速度と間隔の監視）が収録された
 - ・附属書 L、ISO 13855、IEC 62046 の 3 規格準拠が要求として追加された
- ③⑩ 力および動力の制限（PFL）（一般）（5.14.6.1 項）
- ・ISO/TS 15066:2016 の 5.5.5（動力及び力の制限）が収録された
 - ・ISO 10218-1:2025 の 5.10.4（Power and force limiting, PFL）に適合したロボットの使用が要求として追加された
 - ・制限値については、ISO/TS 15066:2016 の附属書 A が収録された
 - ・計測については、RIA TR R15.806-2018 が収録された

③① 接触事象のリスク低減（5.14.6.3 項）

- ・ ISO/TS 15066:2016 の 5.5.5.3（Risk reduction for potential contact between robot and operator）が収録された
- ・ 顔、頭部、喉頭など敏感部位は接触禁止が明記された
- ・ 身体の敏感な部分との予見可能な接触の回避について追加された
- ・ 意図的でない、または合理的に予見可能な誤使用によるこれらの敏感な身体部分との接触のリスクを低減する要求が追加された

③② 照明（5.15.4 項）

- ・ 作業場の照明要件として、屋内では ISO 8995-1:2002、屋外では ISO/CIE 8995-3:2018 を適用する要求が追加された
- ・ ISO 8995-1 について、現有効規格は 2025 年版である
- ・ 頻繁な検査、調整、保守が必要な場所には 500 ルクス以上の追加照明の要求が追加された

③③ 使用上の情報（一般）（7.1 項）

- ・ 使用上の情報は、ISO 12100:2010 の 6.4 に準拠することが明記された
- ・ 使用上の情報は、以下の要件に準拠することが明記された
 - ISO 4413:2010 第 7 項（油圧システムの場合）
 - ISO 4414:2010 第 7 項（空気圧システムの場合）
 - IEC 60204-1:2016+AMD1:2021 第 16 項および第 17 項
- ・ 設置国の国内法および ISO 20607:2019 の 6.2 に従った言語で使用上の情報を提供する要求が追加された

③④ マーキング（7.3 項）

- ・ 以下の情報の表示が明記された
 - ロボットアプリケーションの固有情報
 - 電気、油圧、空圧システムの供給データ
 - 輸送および設置のための持ち上げポイント
- ・ IEC 60204-1:2016+AMD1:2021 の箇条 16、ISO 4413:2010 の 7.4 および ISO 4414:2010 の 7.4 に適合する要求が追加された

③⑤ 取扱説明書（一般）（7.5.1 項）

- ・ 取扱説明書が ISO 12100:2010 の 6.4.5 と ISO 20607:2019 に適合する要求が追加された
- ・ 電気機器に関連する説明書は IEC 60204-1:2016+AMD1:2021 第 17 項に適合するよう明記された

③⑥ 異常および緊急状態（7.5.7 項）

- ・ 異常事態および緊急事態の情報が明確化された

③⑦ 保守（7.5.9 項）

- ・ 保守作業の教育要件を正式に文書化対象とする要求が追加された
- ・ 安全上必要な検査内容、頻度を具体的に記載する要求が追加された
- ・ 修理、変更後の安全機能パラメータの再設定、妥当性確認に関する要求が追加された

◆ ISO 13849-1:2023 における新規追加の要求事項 (表 C-(1)-5-5)

ISO 13849-1:2023 における主な新規追加要求事項は以下のとおり。

① 動作モード選択のための要求（5.2.2.9 項）

- ・ 各運転モードに対して適用される安全機能、安全要求が新規に追加された

② メンテナンスのための安全機能（5.2.2.10 項）

- ・ 保全作業時に適用される安全機能が追加された

③ 安全機能を無効化する動機の最小化（5.2.3 項）

- ・ 安全機能の無効化の動機を検討することが追加された
- ・ 安全機能を無効化または迂回する動機は、プロセス、機械または機械の部分の意図した使用、およびリスク低減方策の設計詳細から決定することが示された
- ・ ISO 14119 との整合が図られている

④ リモートアクセス（5.2.4 項）

- ・ 遠隔操作に関する項目が明確化された
- ・ 遠隔操作が安全機能に影響を与える状況のリスクを整理している

- ・リモートアクセス時にも SRP/CS の安全機能を維持すべきこと、および安全ソフトウェアの変更はローカル検証が前提と明記されている
- ⑤ 安全要求仕様 (SRS) のレビュー (5.4 項)
 - ・安全要求仕様 (SRS) のレビューの要求が追加された
- ⑥ MTTFD なしにパフォーマンスレベルと PFH を決定する代替手法 (一般) (6.1.9.1 項)
 - ・MTTFD なしにパフォーマンスレベルと PFH を決定する代替手法が追加された
 - ・C.2 に記載されている GEP (Good Engineering Practice) 法を適用できない、機械、油圧、空気圧、電気油圧、または電空圧コンポーネントを組み込んだサブシステムに限定される
- ⑦ 前提条件 (6.1.9.2 項)
 - ・同上
- ⑧ 論理サブシステム (6.1.9.4 項)
 - ・論理サブシステムとしての要求の記載が追加された
- ⑨ 制約可変言語 (LVL) または無制約可変言語 (FVL) の決定 (7.2.3 項)
 - ・図 15 に LVL/FVL の区別と判定フローが追加された
- ⑩ 安全インテグリティの総合的な妥当性確認 (10.6.5 項)
 - ・MTTFD、DC 等の個々の要素における妥当性確認に関する要求はあるが、安全インテグリティ全体を統合的に妥当性確認する要求はなく、これが追加された
- ⑪ ユーザへの情報 (13.3 項)
 - ・SRP/CS 使用者に対する情報を明確にし、新規箇条として追加された

◆ ISO 13849-1:2023 における変更のあった主要な要求事項と変化点

- ① サブシステムによる安全機能の実現 (4.6 項)
 - ・2015 年版では「入力／論理／出力」「チャネル」「SRP/CS の組合せ」として記述されていたが、2023 年版では「サブシステム」という明確な階層概念に用語が変更となった
- ② 安全機能の仕様 (5 項)

- ・安全要求仕様に関する要求に加え、文書化要求が明確化された
- ③ 安全機能の特定と一般的な説明 (5.1 項)
 - ・SRS、すなわち安全要求仕様のレビューが追加された
- ④ 安全要求仕様 (一般要求事項) (5.2.1 項)
 - ・SRS の作成の要求が明確化された
 - ・作成のための必要情報として、リスクアセスメント結果、運転モード、応答時間等が挙げられている
- ⑤ SRP/CS のサブシステムへの分解 (5.5 項)
 - ・「安全機能 → サブ機能 → サブシステム」という形で SRS 内で明確に定義がなされた
- ⑥ サブシステムの入出力 (6.1.9.3 項)
 - ・Table 8 の Category a が削除された
- ⑦ 十分吟味されたコンポーネント (6.1.11 項)
 - ・箇条として独立して明記された
 - ・考え方については 2015 年版と変更はない
- ⑧ 安全機能の総合的なパフォーマンスレベルを達成するためのサブシステムの組合せ (6.2 項)
 - ・ISO 13849-1、IEC 62061、IEC 61508 の要求事項に適合したサブシステムの組合せを想定した記載が追加された
- ⑨ ソフトウェアベースの手動パラメータ化 (6.3 項)
 - ・パラメータ設定を安全機能の一部として位置付け、正確性の保証、誤設定防止、記録およびトレサビリティを含む明確な要求事項として規定している
- ⑩ ソフトウェアの安全性要件 (一般) (7.1 項)
 - ・人工知能 (AI) は SRP/CS に使用できるが、この条項は、AI テクノロジーおよび SRP/CS の一部としてのその使用に必要な追加の特定の要件には対処しない旨が明確に記載されている
 - ・評価済の安全関連ハードウェアおよび安全関連ソフトウェアモジュールが LVL と組み合わせて使用される場合の安全ライフサイクルが図 14 として追加された
- ⑪ 制約可変言語 (LVL) と無制約可変言語 (FVL) (7.2 項)
 - ・LVL/FVL の選定基準を図 5 で明確化した

- ⑫ 制約可変言語（LVL）（7.2.1 項）
 - ・制約可変言語（LVL）に関連する記述は 4.6 項にあるが、要求事項がより明確化された
- ⑬ 無制約可変言語（FVL）（7.2.2 項）
 - ・無制約可変言語（FVL）に関連する記述は 4.6 項にあるが、要求事項がより明確化された
- ⑭ サブシステムの妥当性確認（10.6.1 項）
 - ・サブシステムの妥当性確認について、Table 10「妥当性確認のためのカテゴリへの基本的な要求事項」において、Table 内の「文書化要求事項」という記載から「各カテゴリへの要求」と記載が変更された
- ⑮ SRP/CS の保全（11 項）
 - ・ISO 12100 の 6.2.7 を参照していたが、2023 年版の 11 項に要求事項を集約した
 - ・追加で、保全が必要であることを示す表示、要求される照度について記載が追加された
- ⑯ 技術文書（12 項）
 - ・以下が追加された
 - SRS（安全要求仕様）
 - サブシステムへの分解（適用可能な場合）
 - 安全関連ブロック図
 - 関連する設計文書、試験、検証および妥当性確認の記録（適用可能な場合）
- ⑰ 使用上の情報（一般）（13.1 項）
 - ・使用上の情報は ISO 20607 または IEC/IEEE 82079-1 に従うことが記載された
 - ・SRP/CS が関係する機械のライフサイクルの局面は、この使用上の情報の対象とする旨が明記された

(1)-6 各法令と国際規格の要求事項の関係

本項では、各法令と国際規格の要求事項の関係を整理する。

労働安全衛生法は、機械等による危険を防止するための事業者の措置義務、危険性又は有害性等の調査、および安全衛生教育に関する一般的枠組みを定めている。ISO 10218-1/-2:2025 における協働アプリケーション、安全機能、検証・妥当性確認、使用上の情報等の要求は、これらの一般的

枠組みとの関係で確認すべき技術的観点となり得る。

ただし、労働安全衛生法の各条項は一般的な義務又は枠組みを示すものであり、ISO 10218-1/-2:2025 の個別要求事項と一対一に対応するものではない。そのため、本調査では、具体的な作業行為又は措置との対応については、労働安全衛生規則第 36 条の 31 項および 32 項、第 150 条の 3 から第 150 条の 5、第 151 条等を中心に整理する。

(1)-6-1 労働安全衛生法との関係

◆ 安衛法：第 28 条の 2

・危険性又は有害性等の調査において確認すべき観点として、以下の規格要求事項が関連候補となる。なお、安衛法第 28 条の 2 および安衛則第 24 条の 11 には、設備、作業方法、作業手順等に起因する危険性又は有害性等を調査する一般的枠組みがある。このため、以下は法令変更の可否を示すものではなく、国内法令、通達、指針および関連ガイドラインとの対応関係を確認するための項目として整理する。

ISO 10218-1: 5.1.16, 7.5.1, 7.5.9, 7.5.11

ISO 10218-2: 5.2.3, 5.2.6, 5.2.16, 5.4, 5.4.1, 5.4.7.2, 5.4.7.3, 5.9.2, 5.9.3, 5.9.4, 5.9.5, 5.9.6, 5.12.2.1, 5.12.2.3, 5.14.1, 5.14.2, 5.14.6.3, 5.15.4, 5.15.5, 6.4, 7.3, 7.5.12, 7.5.13, 7.5.14, 7.5.16, 7.5.20, 7.5.23

◆ 安衛法：第 59 条

安全衛生教育に関する一般条項としては関連するが、本項では ISO 条項番号との直接対応付けは行わない。具体的な教育内容との関係は、安衛則第 36 条第 31 号および第 32 号の特別教育に関する項で整理する。

(1)-6-2 労働安全衛生規則への影響

◆ 安衛則 第 36 条第 31 号

教示等の作業に関する特別教育で扱う内容との関係を確認する候補として、以下の規格要求事項が関連すると考えられる。

ISO 10218-1: 5.1.3, 5.2.7.3, 5.2.8, 5.2.8.5, 5.3.5, 5.4.4, 5.5.2

ISO 10218-2: 5.3.5, 5.5.7, 5.5.8, 5.6, 5.7.2.2, 5.7.2.3.1, 5.7.2.3.2, 5.7.2.5, 5.7.3, 5.7.4, 5.7.6.2, 5.7.6.3, 6.3.2, 7.3, 7.4, 7.5.8, 7.5.17

◆ 安衛則 第 36 条第 32 号

検査等の作業に関する特別教育で扱う内容との関係を確認する候補として、以下の規格要求事項が関連すると考えられる。

ISO 10218-1: 5.2.7.3, 5.2.8, 5.2.8.5, 5.3.5, 5.4.4, 5.5.2, 7.5.16

ISO 10218-2: 5.3.5, 5.5.7, 5.6, 5.7.2.2, 5.7.2.3.1, 5.7.2.4, 5.7.2.5, 5.7.3, 5.7.4, 5.7.6.2, 5.7.6.3, 6.3.2, 6.4, 7.3, 7.4, 7.5.7, 7.5.8, 7.5.9, 7.5.17

◆ 安衛則 第 150 条の 3

教示作業に係る措置に、以下の規格要求事項が関連すると考えられる。

ISO 10218-1: 7.5.10, 7.5.17

ISO 10218-2: 5.3.5, 5.5.7, 5.7.4, 5.7.6.2, 5.7.6.3

◆ 安衛則 第 150 条の 4

産業用ロボットの運転中に労働者が接触する危険を防止するための措置に関し、協働アプリケーションに係る確認候補として、以下の規格要求事項が関連すると考えられる。

ISO 10218-1: 5.2.7.3, 5.10.2, 5.10.4

ISO 10218-2: 4.3, 5.4, 5.4.1, 5.5.8, 5.7.2.2, 5.9.1, 5.9.2, 5.9.3, 5.9.4, 5.9.5, 5.9.6, 5.12.2.1, 5.12.2.3, 5.14.1, 5.14.2, 5.14.4.1, 5.14.5.1, 5.14.6.1, 5.14.6.3, 7.5.17, 7.5.20, 7.5.22.1, 7.5.22.2, 7.5.22.3

◆ 安衛則 第 150 条の 5

検査、修理、調整（教示に該当するものを除く）、掃除、給油等の作業に係る措置に、以下の規格要求事項が関連すると考えられる。

ISO 10218-1: 7.5.10, 7.5.17

ISO 10218-2: 5.5.7, 5.7.2.4, 5.7.2.5, 5.7.3, 5.7.4, 5.7.6.2, 5.7.6.3, 7.5.7

危険エネルギー、停止機能、保守、保守後確認、使用上の情報との関係については、ISO 10218-2: 5.2.12, 5.6, 5.16, 7.5.9, 7.5.12, 7.5.14 も関連の可能性はある。

◆ 安衛則 第 151 条

教示等の作業を開始する前の点検および異常確認時の措置に、以下の規格要求事項が関連すると考えられる。

ISO 10218-2: 5.7.4

非常停止、停止機能、予期しない起動防止、駆動力なしの移動、異常時・緊急時手順、使用上の情報との関係についても検討の余地がある。

(1)-7 考察および本節のまとめ

本調査では、ISO 10218:2025 シリーズにおいて、ロボット単体のみならず、ロボットアプリケーションおよびロボットセルを対象とする安全要求が整理され、特に協働アプリケーション、機能安全、検証・妥当性確認、使用上の情報、サイバーセキュリティ等に関する要求が追加又は明確化されていることを確認した。

一方、国内法令では、労働安全衛生法第 28 条の 2（危険性又は有害性等の調査等）および、その調査の実施時期を定める労働安全衛生規則第 24 条の 11 により、設備、作業方法又は作業手順の新規採用・変更時等に危険性又は有害性等を調査する一般的枠組みが設けられている。さらに、労働安全衛生法第 59 条（特別教育については同条第 3 項）および労働安全衛生規則第 36 条第 31 号・第 32 号による産業用ロボットの教示等・検査等に係る特別教育対象業務、ならびに労働安全衛生規則第 150 条の 3 から第 150 条の 5 までおよび第 151 条による産業用ロボットの教示等、運転中の接触危険防止、検査・修理・調整・掃除・給油等、作業開始前点検等に関する規定が存在する。今後は、これらの規定、関連通達、機能安全指針、活用実践マニュアル、関連ガイドラインが、ISO 10218:2025 の協働アプリケーション固有の要求をどの範囲まで扱っているかを、条文単位および作業フェーズ単位で確認する必要があるといえる。

ISO 10218:2025 シリーズでは、ロボット単体の安全要求に加え、ロボットアプリケーションおよびロボットセルを対象とする安全要求が整理され、特に協働アプリケーション、安全機能、検証・妥当性確認、使用上の情報、サイバーセキュリティ等に関する要求が追加又は明確化されている。一方、国内法令では、労働安全衛生法第 28 条の 2 および労働安全衛生規則第 24 条の 11 によ

る危険性又は有害性等の調査の一般的枠組み、ならびに産業用ロボットの教示、検査、接触危険防止、点検等に関する規定が存在する。今後は、これらの国内規定、関連通達、機能安全指針、活用実践マニュアルおよび関連ガイドラインが、ISO 10218:2025 の協働アプリケーション固有の要求をどの範囲まで扱っているかを、条文単位および作業フェーズ単位で確認する必要がある

◆ アプリケーション単位でのリスクアセスメント

ISO 10218-2:2025 では、協働アプリケーションにおいて、レイアウト、作業者のアクセス、エンドエフェクタ、ワークピース、接触条件、生体力学的限界等を含めてリスクを評価する観点が見られている。国内法令には危険性又は有害性等の調査に関する一般的枠組みがあるため、本調査段階では、協働アプリケーション固有の観点を通達、指針、マニュアル等でどのように扱われているかは今後確認すべき事項といえる。

◆ 安全機能の性能要求（PL/SIL）とパラメータ管理の厳格化

ISO 10218-1/-2:2025 では、安全関連制御系について ISO 13849-1:2023 又は IEC 62061:2021 に基づく性能評価が参照され、安全機能の性能、安全関連パラメータの設定・変更・検証、再起動インターロック、監視静止等に関する要求が明確化されている。ISO 13849-1:2023 は SRP/CS の設計・評価・検証の方法論を与える規格であり、個別アプリケーションで用いる安全機能や PLr を直接指定するものではない。これらの要求が国内法令、通達、指針、関連ガイドライン上でどの範囲まで明示されているかは今後確認すべき事項といえる。

◆ サイバーセキュリティ要求の安全規格としての統合

ISO 10218-1/-2:2025 では、安全に影響する範囲でサイバーセキュリティ要求が導入されている。一方、国内の産業用ロボット関連条項において、通信ポート管理、リモートアクセス、設定値保護

等がどのように扱われるかは、法令、通達、指針、関連ガイドラインを含めて今後の確認を要するといえる。

令和 8 年度においては、本年度得られた技術動向及び利用実態の調査結果も踏まえつつ、さらに検討を深め、現行法令や指針、活用実践マニュアルの課題と対策を明らかにしていく計画である。

参考文献

- (1) ISO 10218-1:2025 Robotics — Safety requirements — Part 1: Industrial robots. International Organization for Standardization (ISO). 2025.
- (2) ISO 10218-1:2011 Robots and robotic devices — Safety requirements for industrial robots — Part 1: Robots. International Organization for Standardization (ISO). 2011.
- (3) ISO 10218-2:2025 Robotics — Safety requirements — Part 2: Industrial robot applications and robot cells. International Organization for Standardization (ISO). 2025.
- (4) ISO 10218-2:2011 Robots and robotic devices — Safety requirements for industrial robots — Part 2: Robot systems and integration. International Organization for Standardization (ISO). 2011.
- (5) JIS B 8433-1:2015 ロボット及びロボティックデバイス—産業用ロボットのための安全要求事項—第 1 部：ロボット. 日本規格協会（JSA）. 2015.
- (6) JIS B 8433-2:2015 ロボット及びロボティックデバイス—産業用ロボットのための安全要求事項—第 2 部：ロボットシステム及びインテグレーション. 日本規格協会（JSA）. 2015.
- (7) ISO/TS 15066:2016 Robots and robotic devices — Collaborative robots. International Organization for Standardization (ISO). 2016.
- (8) TS B 0033:2017 ロボット及びロボティックデバイス—協働ロボット. 日本規格協会（JSA）. 2017.
- (9) ISO 13849-1:2023 Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 1: General principles for design. International Organization for Standardization (ISO). 2023.
- (10) ISO 13849-1:2015 Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 1: General

principles for design. International Organization for Standardization (ISO). 2015.

- (11) ISO 13849-2:2012 Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 2: Validation. International Organization for Standardization (ISO). 2012.
- (12) JIS B 9705-1:2019 機械類の安全性—制御システムの安全関連部—第 1 部：設計のための一般原則. 日本規格協会（JSA）. 2019.
- (13) JIS B 9705-2:2019 機械類の安全性—制御システムの安全関連部—第 2 部：妥当性確認. 日本規格協会（JSA）. 2019.
- (14) 労働安全衛生法. 厚生労働省. 1972.
- (15) 労働安全衛生規則. 厚生労働省. 1972.
- (16) 基発 1224 第 2 号通達(平成 25 年 12 月 24 日) 産業用ロボットに係る労働安全衛生規則第 150 条の 4 の運用の明確化通達. 厚生労働省・労働基準局長. 2013.
- (17) 厚生労働省告示第 353 号（機能安全指針）機能安全による機械等の安全確保に関する技術上の指針. 厚生労働省. 2016.
- (18) 機能安全活用実践マニュアル 産業用ロボットシステム編. 中央労働災害防止協会. 2017.
- (19) 機能安全活用テキスト. 中央労働災害防止協会. 2018.
- (20) 協働ロボットの安全解説書 〜ロボットを使用した協働作業の実現に向けて〜. ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会（RRI）. 2023.
- (21) 協働ロボット違い情報整理. ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会（RRI）. 2023.
- (22) 協働ロボット事例集. ロボット革命・産業 IoT イニシアティブ協議会（RRI）. 2023/2025.

(2) 協働ロボットに関する最新の技術動向の調査(研究分担者 藤原清司, 中坊嘉宏, 吹田和嗣)

協働アプリケーションに適用されている最新の技術（特に安全技術）や研究動向を文献や資料を収集する。また、万博や国際ロボット展などで情報収集するとともに衝突耐性の調査をしている事業所を

調査し、国内外の適用事例の現地調査対象を抽出する。国内外の関連研究機関（独DGUV、Fraunhofer 研究所など）を訪問して実際のロボットシステム事例を調査する。対象海外機関は人的交流があり、先端の協働ロボットアプリケーションなどの最新技術動向の把握が可能となる。

(2)-1 大阪万博での安全活動内容調査

大阪万博での安全動向報告ならびに話題提供が日本機械学会2025年度の年次大会にて報告フォーラム[F265]があり調査した。学会でのフォーラムテーマとしては学会横断テーマ「機械と情報通信の融合で実現する人間中心の未来社会」のテーマで日本機械学会と電子情報通信学会の中でロボットの協働アプリケーションの課題をブレイクスルー可能性が高い人と機械の協調安全技術の包括的な報告があった[1]。報告内容としては大阪万博でモノづくり、建設などの業界で生産人口不足が深刻であり「人×機械×しくみ」という関連性のなかで情報技術を活用して、従来の技術レベルでは対処が困難であったタスクを実行可能な方策で社会実証を進めている取り組みとなる。人の能力を踏まえて、教育やしぐみを工夫することで、入手可能な技術を最大活用する考えとなる。着眼すべき講演は以下となる。特に[F265-4]の講演では大阪・関西万博での国際機関との協創とウェルビーイング・テック推進における日本のリーダーシップと題して藤田俊弘（一般社団法人 セーフティグローバル推進機構）から講演があった[2]。本報告は、協調安全の有効性を示し、標準化活動を精力的に推進している点にある。従来の機械安全の考え方に、人の気づきや判断をテクノロジーで支援することで機械との協調安全を実現する考え方と具体的な事例が紹介されている。特にSafety2.0の考え方を活かしてマネジメント、教育といったホリスティックアプローチを活用している点が興味深い。日本から発信したコンセプトでありながら、ドイツを中心に機械安全を先行している各国から賛同を得て、共創関係を構築している。国際的な安全会議体であるSIASでの発表件数を視点にあてると2000年代のドイツリードの安全技術力が示されており、図C-(2)-1-1に示すように2024年

には日本が肩を並べる状況を実現しており、ドイツと連携して世界をリードできる状況が確認できる。

大阪万博でのGISHW国際シンポジウム[3]でモノづくり分野ではロボティクスの協調安全の紹介されている。大手のロボット製造メーカ、ロボットユーザ企業、人と機械の協調安全について産官学から各取り組みについて話題提供があった。建設及びモノづくりを中心にセッションでの概要報告があり、協調安全、人間計測と拡張、行動分析とデジタルヒューマン、人と機械の協調技術、包括的アプローチ、人口減少に向けた人機械協調などの活動が示された。本活動はグローバルでの産官学共創体制構築を狙いとしており、日本の各省庁とも連携を進めている。今後の協働アプリケーションにおける安全ルール、しくみ、技術交流の場として活用できる可能性が高い。GISHW国際シンポジウムのねらいを整理したものを図C-(2)-1-2に示す。

GISHW国際シンポジウムの中でロボット安全としては協調安全のセッション内容が参考になる[4]。デンソーとFraunhofer IPAが進めている人の接近情報に基づく作業計画、リスクアセスメントに貢献できるプラットフォームやシミュレーション技術も話題提供された。また、トヨタ自動車、ファナック、安川電機、パナソニックオートモーティブらが進めている事例では人の検知だけでなく、システムからの情報提示として双方向で意思伝達する事例が示された。公開された事例の概要を図C-(2)-1-3に示す。日本規格協会が主導して協調安全のガイドラインについて制定される動き、IEC、ISO等の団体との連携も報告されている[5]。

参考文献

- [1] 日本機械学会: 学会横断テーマ「機械と情報通信の融合で実現する人間中心の未来社会」[電子情報通信学会 合同企画] 生産現場におけるウェルビーイングの実現に向けて、日本機械学会年次大会 2025, 学会横断テーマ/学会連携企画プログラム[F265], URL: https://pub.conf.it.atlas.jp/ja/event/jsme2025/content/public_forum (2026 年 5 月 24 日確認)
- [2] 藤田俊弘: 大阪・関西万博での国際機関との協創とウェルビーイング・テック推進における日本のリーダーシップ, 日本機械学会年次大会 2025, 学会横断テーマ/学会連携企画プログラム[F265], URL: https://pub.conf.it.atlas.jp/ja/event/jsme2025/content/public_forum (2026 年 5 月 24 日確認)
- [3] GISHW: 未来への贈り物、80 億人の安全、健康、ウェルビーイング, URL: <https://gishw.com/ja/home-jp/> (2026 年 5 月 24 日確認)
- [4] IGSAP and IFA:新たな時代の安全：協調安全(Collaborative safety) URL: <https://gishw.com/ja/symposium-programme-jp/> (2026 年 5 月 24 日確認)
- [5] 日本規格協会 (講演：経済産業省) :国際標準化フォーラム URL: <https://gishw.com/ja/standardisation-programme-jp/> (2026 年 5 月 24 日確認)

(2)-2 国際ロボット展での調査結果

2025国際ロボット展 (iREX2025) [1]における協働アプリケーションと安全関連技術調査を実施した。今回の調査の目的は令和7年度計画(2)項に該当する。協働化に関する最新の技術動向の調査として協働アプリケーションに適用されている最新の技術(特に安全技術)や研究動向を文献や資料を収集する。また、若手や女性技術者育成の視点でも調査の実施を行った。調査項目とその概要を以下に示す：

- ・協働アプリケーションロボットのシリーズ化と充実
- ・より高い可搬重量とアシスト機能を用いたユースケース
- ・SSM～レーザースキャナやAIカメラを利用した高速化対応システム
- ・PFLの接触規範型の評価支援とセンシング
- ・SSM～レーザースキャナやAIカメラを利用したアプリケーション
- ・SSM～近接覚センサと領域監視を使ったロボットシステム
- ・協働アプリケーションの接触評価とシミュレー

タ

- ・SSM～AIカメラセンサを使ったシステムと応用
- ・協働アプリケーションロボットのシリーズ化と充実状況 物流向け高可搬
- ・より高い可搬重量とアシスト機能を用いたユースケースの増加
- ・接触規範型のセンサと制御 マニピュレーションから人との接触検知
- ・移動体に搭載してのモバイルマニピュレータとしての構成
- ・まとめと今後に向けての提案

国際ロボット展調査の概要として、全体の調査を通して展示会場では、協働ロボットとして紹介される機種が多く、シリーズ化が進んでいることが観測された。可搬重量は小型軽量クラスから30kg級、40kg級を超えるものまで幅広い展示が確認された。物流用途を想起させるパレタイジングや搬送のデモンストレーションも複数見られ、触れると停止する挙動を示す展示も確認された。一部のデモでは、停止後の復帰に時間を要し、係員が操作対応する場面が観測された。また、比較的低価格を訴求する海外製とされる協働ロボットの展示も存在した。これらの展示に関するヒアリングでは、高可搬クラスであっても「リスクアセスメントを実施したうえで使用してほしい」という説明が多く聞かれた。導入先として自動車関連企業を例示する発言が複数あり、「柵が不要なため狭い場所で評価されている」との説明もあった。安全技術の観点では、レーザースキャナ等による領域監視、アーム近傍の近接・接触センサ、状態表示による注意喚起といった要素を備えた展示が複数確認された。PFL、接触安全評価、接触評価用シミュレータに関する展示も観測された。また、AIカメラや画像処理を想起させる展示もあり、今後の安全技術へのAI活用を示唆する構成が見られた。ヒアリングでは、近接検知について「人と物体の区別はできない」との説明や、SSMの設定は調整が難しいという趣旨の発言があった。また、AIやセンサフュージョンの活用は今後さらに増えるだろうという見通しが語られた。これらは現場説明員の理解や立場に依存する可能性があり、技術的

事実としては検証を要するケースが多いと推察される。導入や運用に関しては、「柵なし」「省スペース」を訴求する展示が多く、AMRを含む搬送用途の展示ではLiDARやバンパーセンサ等の安全要素に言及する説明が見られた。ヒアリングでは、病院物流を想定した用途、導入コストが課題であること、海外からの引き合いがあること、SIerにとってはユーザからの安全要求対応が負担になっていること、自動車業界は安全要求が強い傾向にあることなどが語られた。以下、調査項目ごとの詳細を示す。

・協働アプリケーションロボットのシリーズ化と充実

日本のロボットメーカの多くが協働アプリケーション用ロボットのシリーズ化とその提供を行っている。一例としてファナック社のシリーズ化の実際を図C-(2)-2-1に示す。また、物流での比較的高い可搬重量の適用アプリケーションでは、図C-(2)-2-2に示す複数アームを用いた協調作業デモなども示されている。あわせて、小型の協働アプリケーション用のロボットも多く提案されており、その例を図C-(2)-2-3に示す。安全対策の基本的な考え方としては以下が主なポイントとなる：

- ・人間が触ったらすぐに止まる機能（PFL）
- ・安全な速度の設定
- ・人や物の検出：搭載されたカメラとAIにより、人や物を検出した場合、動作を停止、または速度を遅くする。人や物が離れると、条件次第で元の軌道に復帰
- ・AIが搭載されており、音声での命令を活用

安全を保つための提案としては、ロボットの動作データ、接触履歴、速度、周囲の人の位置情報などをリアルタイムで収集・分析し、リスクの高い動作やエリアを自動で検知するAIシステムをロボットに搭載し設置後のリスク増加(例えば作業者の慣れによる無理な動作等)を抑制する内容が提案されている[2]。

安川電機からも協働アプリケーション用ロボットの活用について多くの展示が紹介されている。高可搬ロボットと人協働スマートパレタイズパッケージによる物流工程の自動化に対して社会的

ニーズが多く、図C-(2)-2-4に示すMOTOMAN-HC30 PLを採用した協働アプリケーションが展示されていた。これまでの作業スペースで、柵レスでコンパクトな工程編成と使用可能との説明があった。構成方法としてはロボットの安全停止や運転モードの切り替えに使用されておる技術として、赤外線センサと外部センサを併用する。動作検知後は「止まる」か、あるいは「低速運転に切り替える」モードを有している。

・より高い可搬重量とアシスト機能を用いたユースケース

動作領域の不足を補うため、図C-(2)-2-5に示す昇降軸と安全装置を付加した提案もあった。さらには、図C-(2)-2-6に示すホイストや重力補償装置などを利用して可搬重量を拡大しつつ、ロボットを操作力として扱う出展が複数あり、協働アプリケーションの可搬重量と動作範囲拡大に関するニーズがみとれた。ただしこの構成は協働ロボットの安全機能の一部を無効にするおそれがあるため、導入にあたっては追加のリスク対策が必要と思われる。

・SSM～レーザースキャナやAIカメラを利用した高速化対応システム

安全を進化させ、生産性を加速する安全機能ロボットとして図C-(2)-2-7に示すEPSON社から安全機能オプションが提案されている。具体的には図C-(2)-2-8に示す安全機能と動作モードの変更が可能で、足元に設置しているセンサで人の接近を検出することでロボットの動作スピードを安全な速度へ低下させる機能や、手など身体の一部がロボットの動作エリアに入れるとさらにスピードが落とす機能が紹介されている。安全機能のメリットとあわせて生産性向上を意識した提案となる。通常、部品の投入などでロボットを一時停止させる手間があるが、これらの安全機能により、ロボットを止めずに作業ができるため、生産性が向上することが訴求されている。設定の柔軟性として動作は設定で完全に止めることも可能とのことであった。よりリスクアセスメントを踏まえた安全設計能力とパラメータ

設定の確認が必要であることが想定される。

協働ロボットの稼働率と安全性を両立する提案として、IDEC社から人の接近時のみロボットを停止させ、安全対策によって生産性を低下させないようにする展示があった。この内容を図C-(2)-2-9に示す。提案としては、危険源への不要な人の接近を減らすため生産設備に合わせた柔軟な設定ができる構成となる。具体的な方策としてAIとカメラの活用しており、AIで人のみ検知するとの技術を導入しカメラで3次元検知を可能にしている。効果としては人のみの検知で生産性改善。生産高28%向上（IDEC試算）が示されていた。また、レイアウト変更によるセンサの再設定工数が減ることやリスク低減について、危険事象の発生確率の低減及び回避の可能性の向上が示されていた。本提案はIGSAP（一般社団法人セーフティグローバル推進機構）モノづくり委員会の活動展示：<https://institute-gsafety.com/committee/manufacturing/>センシング技術の統合とリスクアセスメントを丁寧に実施することにより安全性と稼働率を両立できるとする「協調安全」の考え方を基盤に実施しているとのことであった。今後はこのようなAIカメラ、人の接近距離センサ、動作領域監視センサを活用した技術や仕組みが増えていくと推察され、安全管理や支える教育・資格の整備が必要と考える。

・PFLの接触規範型の評価支援とセンシング

接触安全のための柔軟材料の圧縮特性評価として、東京都立産業技術研究センターと三重ロボット外装研究所からの展示があった。図C-(2)-2-10に接触安全の評価支援のしくみ、狙いとしてはモノの柔らかさを数値化し、図C-(2)-2-11に接触安全ソリューションの展示状況を示す。機械やロボットとの安全な協働作業に貢献することを目指している。痛みの基準を満たすための安全設計に活用し、規格適合を実現させる技術としくみの紹介であった。従来の弾性力の測定は、試験片を切り取り、それを押すことで測定されている。人間の皮膚など、試験片として切り取ることができない対象物の測定が困難である。したがって、ロボット開発などで使用さ

れる人間のダミーを作る際、実際の人間の柔らかさが正確に測定できていなかった。試験片を取らず、その場で柔らかさを測るために開発された提案となる。直接、肌などにあてると変換式から弾性率を出すことができることも示されており、公的および企業での接触規範の技術支援の仕組みがさらに充実されることを期待したい。

接触規範技術が社会的に導入される可能性として、移動ロボットへの適用が想定される。日本シューター社ではカート自動移載式AMRへ接触規範の安全装置を導入しており、パブリックエリアでの走行が可能な人と共存するAMRを目指している。また、カートユニットと組み合わせる事で小物大量搬送の柔軟な運用が出来ることも示している。実際に展示設備で接触体験を試みた。図C-(2)-2-12に示すようにAMRが直進している際に、移動ロボットに接近するとAMRに搭載された横長のランプが橙色になり、点線のように左に流れるモーションに変わった。この時、AMRの動きはゆっくりになった。さらに接近した距離になると、ランプの色は橙色のままで、点滅を繰り返した。この時、AMRは完全に停止した。その後、ロボットから安全距離を取ると、ランプの表示は緑色に変わり、通常の色に戻り走行を再開した。近接センサだけでなく、接触すると接触規範型センサもあわせて搭載されているのでAMRに触れると、走行が停止した。

ロボットアームへの接触検知として、台湾のTOUCH社からT-Skinという商品が提供されており、特徴としては高速での応答が可能な触覚センサモジュールを産業用ロボットの表面を覆うことで、接触を検出し動作停止による安全確保を行うシステムが提案されていた。装着状態を図C-(2)-2-13に示す。機能面では多くの協働アプリケーションロボットに実装することで1kgfの外力で停止動作が可能とのことであった。このような接触規範型センサを利用した協働アプリケーションは多く提案されていた。株式会社豆蔵からは三井化学と共同で開発した中食工場向け食品盛り付け協働ロボットの展示があり、非接触の近接センサモジュールが産業用ロボットの表面を覆うことで、接触を事前に検知し減速・停止または回避動作による安全確保を行うシス

テムの提案があった。この実際を図C-(2)-2-14に示す。センサはフランスのFogale Robotics社のSmart Skinセンサをおそらく使用していると推察される。

・SSM～レーザースキャナやAIカメラを利用したアプリケーション

カメラやスキャンセンサを用いた協働アプリケーションが多く提案されている。安全性と生産性を両立させるための方策として、人の接近を検知して動作速度を制御する方法が採用されている。ダイドークらはボルトなどの締結アプリケーションが提案されている。この実際を図C-(2)-2-15に示す。特徴としては、外力検知による停止機能:人や物にぶつかった場合（外力検知）に動作を停止する。人との距離に応じた動作制御が可能で、人がロボットに近づいてきた場合、その距離に応じて動作の速度を制御する。ある程度近づくと、通常の色よりゆっくり動き始める。さらに近づくと、完全に停止するという内容である。接近検知の仕組みとしては、人が近づいていることは、ロボット本体ではなく、足元に設置されたセンサによって感知される。このセンサは、一定のエリアを見ており、人や台車などの物が近づいてきたことを検知する。センサの設置場所は任意で、必要に応じて複数箇所に増設することも可能。動作速度について、人が離れている時は、安全機能を切っておけば通常のロボットと同じように早く動くことができる。(元の速度に戻る)この協働アプリケーションは、安全柵の設置を不要とし、人と同じ作業空間で柔軟に作業できることを目指して設計されている点が大きな特徴である。したがって安全の教育が必要であり、停止機能は接触後の対応であり、接触を避けることが最優先であることを理解する必要がある。接近検知センサ（足元のセンサ）のエリアに物を置かない、エリアを故意に侵害しないなど、環境管理を徹底する必要がある。安全維持への提案として接近検知センサが設定された距離・エリアで正しく動作するか、外力検知機能が設定された力で停止するかを、定期的に専用の治具や測定器を用いて検証する方法が示されていた。ロボットの動作速度、安全センサによる速度減速、停止履歴、外力検知による非常停止履歴をすべ

て記録するシステムを導入し、ヒヤリハットや異常停止の傾向をデータとして把握することで、作業手順の見直しや事前に事故を防止する事に活用することも提案されており、今後の活動の参考となる。

その他の協働アプリケーションとしてバリ取りセルが紹介されていた。この実際を図C-(2)-2-16に示す。特徴としては協働アプリケーション用のロボット特性を活かし、安全な作業環境を構築するため、作業エリアへスムーズな移動が可能とし、シャッターの開閉を協働ロボット自ら行う事で作業効率性と安全性が向上させることを目指している。シャッターを閉める事で、リューター回転中の安全確保と切粉の飛散を防止できることも特長である。除去加工のアプリケーションを搭載、主にバリ取りを行う協働ロボット。リューター回転や切粉の飛散から作業者を守るために、ロボット自身が自動でシャッターを開閉することができる。安全維持への提案として、シャッターが閉状態になっていないにもかかわらず、ロボットが回転を開始しようとした場合、システムが必ず停止する事を定期的にシミュレーションすることで対応できる機能も保持している。

・SSM～近接覚センサと領域監視を使ったロボットシステム

展示テーマとして「ぶつからないを体験!!」がキャッチコピーとなっており、その安全性をアピールしているシステム提案が不二越社からあった。の外観を図C-(2)-2-17に示す。

実際に体験してみると、ロボットを中心に囲んでいる灰色の円とその外の赤色の床の境界線に立つと、ロボットの動きがゆっくりになった。次にロボット本体に近付くとロボットは動作を停止した。ロボットから離れる(灰色の外へ出る)と、通常の稼働速度に戻った。人が近づいたらゆっくり、さらに近づいたら停止し、離れると自動で動作を再開する機能が有効に気右脳することが確認できた。

システム構成面の特徴として、ロボットアームにはトルクセンサに加え、接近センサを装備されている。ロボットアームの土台部分両側に2台のレーザースキャナを搭載されているとのこと。人が近付

くと動作がゆっくりとなり、ロボットと人との距離が400mm～500mmになると、停止する。離れば、再起動を行わなくても自動で元の動作速度で作業を再開する。豊富なアプリケーションを搭載可能で、電機・電子分野から三品分野（食品・化粧品・医薬品）まで対応できることを意図している。視認しやすいLED灯で動作状況を明確にしているマンマシンインターフェイスが搭載されている。通常は高速動作（ランプ：水色）、近寄れば協働モードで安全動作（ランプ：緑色）更に近寄ればぶつかる前に停止（ランプ：紫）離れば操作なしに動作再開（ランプ：水色）となる。動作状態の視認性として見やすいLEDで動作状況を常時表示し、作業者が判別しやすいようにしている。この機能説明を図C-(2)-2-18に示す。

安全性と生産性を両立のための教育としてLEDの色と動作を関連付けさせる。水色・緑色・紫色のLEDが示す意味と、その時のロボットの正確な動作を理解させる。また、都度確認できるように、LEDの光が示す意味が印刷された紙を作業場に貼っておく必要があると考える。ロボットが自動で再開する際は、作業エリア内に他の人がいないか、再開しても問題ないかを常に確認する手順を徹底する必要がある。安全維持のための提案としては定期的なセンサ機能チェックを行う。レーザースキャナや接近センサが設定された距離で正確に作動するかを定期的にチェックし、記録・点検をする。制御パラメータ管理: ロボットの速度、協働モードが作動する距離等の各設定値を変更した場合、必ず記録し、安全責任者が都度確認する仕組みにするなどの工夫が必要と考える。また、協働エリアを明確にする。協働作業エリア（今回の例では灰色の円）を絨毯の色を変えるだけでなく、エリアの範囲を目立たせるために光を照射したり、床にライトを埋め込み点滅させたりする事で、さらに明確にすることもユーザー環境とスキルを踏まえて追加が必要と推察する。故障やヒューマンエラーの防止として、LED灯の状態確認をする。作業開始前や休憩後など、作業の切り替え時に、必ずロボットのLED灯が正常に機能していることを確認する手順を組み込むことも検討が必要と考える。

・協働アプリケーションの接触評価とシミュレータ

協働アプリケーションを導入する際のリスクおよび接触時の影響度を見積もる必要がある。Panasonic社ではロボットの安全・性能評価ソリューションに力を入れていた。ロボットの安全・安心、そして賢さを「見える化」するために、協働ロボットと人が接触した時のリスク評価や、自動搬送ロボットの人を回避する賢さの評価等に取り組んでいる。この活動内容を図C-(2)-2-19に示す。協働アプリケーション導入時の安全性評価に関する課題の背景として、工場で協働アプリケーションの導入が増加しているが、導入時に安全性を説明する際に、その根拠となる部分で困るケースが多いことが指摘されている。そこで、導入時の安全性を見える化し、説明を容易にすること。評価について、リスクアセスメントを行い、システムが安全かどうかを評価すること。さらにはリアルによる評価(実際の測定)とシミュレーションによる評価手段を提供することを目指している。リスクアセスメントを行うにあたり、「どこが危険か」を洗い出し、リスクの見積もりや安全性の判断を行うが、その判断方法が定まらないという課題がある。具体的な測定装置としては荷重測定装置となる。ロボットと人がぶつかった時の荷重を測定する。測定された荷重が、定められた規格の範囲内に収まっているかを確認する。一般的には平面と平面をぶつける荷重測定機が多いが、ここではより人に近い荷重をリアルに測定するため、皮膚、脂肪、骨の部分を模した測定器を用いている。

接触時のリスクとして、一定の接触面積を有する場合は上述の方法でよいが、切創災害に代表されるものは計測方法、やその評価方法が非常に難しくなる。そこで、多くの災害が指部に発生することに着眼し、図C-(2)-2-20に示す指部などの裂傷の危険性評価装置の提案がなされている。荷重ではなく、指が切れる(皮膚の裂傷)の危険があるかどうかを見る試験ツールで、裂傷が生じることを予見できれば、それに応じた対策の判断に役立つことが期待できる。このような評価のしくみや技術開発、さらには活用を促すような仕組み作りも必要と考えられる。

・SSM～AIカメラセンサを使ったシステムと応用

安全性確保の手段としてAIを用いたカメラシステムの提案も多く出展されていた。ドイツのNeura Roboticsは設立が2019年、ドイツで設立された新しい会社である。創業はAI、ロボットの博士号を持つ数名が集まって立ち上げたとのこと。規模としては創業約6年目で従業員は約1,300人で急速に成長しているようである。AIと協働アプリケーションを視点にNeura Roboticsの最大の強みは、AIと3Dカメラを標準搭載した協働ロボットシステムを提供している。Neura Roboticsの製品としてMAiRA(マイラ)というものがあり、Neura Roboticsの協働用のロボットで構成されている。特徴としてはAIと3Dカメラが最初からビルトインされ、AIが3Dカメラの映像を判断し、プログラムなしで物体を取りに行くなどの作業が可能である。プログラミングが非常に簡単で、ChatGPTのようなイメージで「これを取って」と指示するだけで、AIがプログラムを自動で作成・実行する。実際にMAiRAのデモンストレーションを行ってみた。マイクに向かって、「キリンのぬいぐるみを取って」と指示すると、ロボットに搭載されている3Dカメラが机の上に置いてある複数のぬいぐるみを写し、モニターに投影。搭載されたAIが識別し、把持戦略のフローチャートを作ること、様々なぬいぐるみの中から指定された黄色いぬいぐるみに対し、ロボットが的確に把持動作を実行できることを確認できた。図C-(2)-2-21にその実際を示す。

また、安全維持のための提案として、AI生成プログラムの安全検証を行っている。AIが作成したプログラムが潜在的に危険な動作経路(例:指の挟み込みリスクのある経路)を選択していないか、人間が最終的にチェックする安全検証を行う機能である。人間検知センサ(セーフティ機能) NEURA OmniSensorという名称で参考展示されており、特徴としては、協働ロボットの動作エリアに、人間だけを検知するとの触れ込みの独自のセンサシステムを搭載している。従来のセンサが猫などの動物や物を問わず検知して動作を止めていたのに対し、これは人の形をしたものだけを検知してロボットを停止させ

ることが特長である。AGV（自動誘導車）やAMR（自動運搬ロボット）、あるいは猫などの動物がエリア内を通ってもロボットは止まらず、生産性が維持される。補足:として人だけを検知する仕組みはAIではなく上部のセンサによるもので、内部情報はブラックボックスだが、人の形をした物体（マネキンなど）は検知する可能性があるとの事である。図C-(2)-2-22にその実際を示す。

プラットフォームとNeura Roboticsの未来の展望として、Neura Park（ニューラ・パーク）というコンセプトを掲げている。ロボットのプラットフォーム（App Storeのようなもの）に機能をアップデートさせ、バーチャル空間でロボットのティーチングが可能となる構想である。世界中のディベロッパーが作成したロボットプログラムをクラウド上にアップロードできる。ユーザはそこから必要なプログラムを選び、自分のロボットに機能をダウンロードして実行できる。Neura Roboticsは、AI技術を核に、プログラミングレスでのロボット利用と、産業用途以外の分野（家庭、病院）への展開に積極的に取り組んでいる企業で今後の活動のモニタリングが必要である。

・協働アプリケーションロボットのシリーズ化と 充実状況 物流向け高可搬

今後の協働アプリケーションとして増加する領域は物流領域と推察される。動作範囲を広げるために移動ロボットとマニピュレータを組み合わせるものが増えてくることが予想される。安全規格面ではこれからルール整備される状態にあるが、市場が先行しているために過渡的・暫定的な対応が必要となる可能性が高い。具体的な事例として、AUBO ROBOTICS社の段ボール開梱システムを紹介する。このシステムの特徴は省スペースをメインに設計された従来の1/2～1/3の設置面積で、限られた作業スペースにおいても安全柵なしで運用出来るとのこと。サイズ違いの箱でも臨機応変に対応可能である。安全対策として具体的な内容は不明である。AMR複合ロボットは可搬重量やリーチに合わせて、最適な機種を選択出来ること、AUBOの協働ロボット、無人搬送車、ビジョンカメラが一体となった移

動ロボットシステムで構築できることの説明を受けた。各機器の状態をリアルタイムで取得し、瞬時に伝達可能。単一のティーチングペンダントで、複数のAMRの位置、速度、バッテリー残量、I/O表示と制御、レーザセンサの状態、ナビゲーション状態、アラームログなどをリアルタイムで読み取り、作業効率を上げることが示されている。安全対策としては高精度のSLAMレーザレーダを使用してナビゲーションと位置決めを行う。レーザセンサが搭載されており、人がAMRに近づくと、自動的にAMRの停止やロボットアームの減速により、安全性を確保できる。協働ロボットのアプリケーションの安全のための安全対策については確認できなかった。図C-(2)-2-23にその実際を示す。

安全技術としてはレーザースキャナと接触式センサが安全検知に活用されている。ランプで視覚的にもリアルタイムの走行状態を分かりやすく判断出来る。安全維持のための提案として安全検知システムが正しく稼働するか、作業開始前の点検と、定期的なチェックを行う必要がある。また、AMRが異常な動きをした場合、非常停止ボタンを直ぐに押せるように位置を作業員全員が把握するよう、教育する必要も想定される。

・より高い可搬重量とアシスト機能を用いたユースケースの増加

協働アプリケーションでより高い可搬重量に対応したロボットが提案されている。保持してる荷物やロボットアームの落下などのリスクを想定する必要がある。HUAYUAN ROBOTICSからはHUAYUAN協働ロボット（S50）が展示されていた。特徴はアプリケーションとしてパレタイジングを搭載している。定格荷重50kgfであり協働作業時のリスクが大きくなる。このため安全技術が重要となるがLiDARなどや接触検知センサ等で安全を確保する必要がある。採用されている該当センサやしくみについて詳細は確認できなかった（説明員も把握せず）。図C-(2)-2-24にその実際を示す。他にも高可搬協働アプリケーション向けのロボット展示があった。ROKAE社のCR-35-45 1.9Cモデルは協働ロボットとしては大柄な45kg可搬モデルで動作半径1947

mm。マテハン、組み立て、パレタイジングなど製造現場での活用を狙うことを視野に入れている。力覚センサを搭載とはいえパワーが大きい。導入にあたっては十分なリスクアセスメントが必要とのことであった。図C-(2)-2-25にその実際を示す。

・接触規範型のセンサと制御 マニピュレーションから人との接触検知

人との接触情報も含めて、モノへの接触情報を積極的に取り込もうとする動きも確認できた。Thinker社では接触規範型ロボットの可能性（ピッキングから人とのふれあいの可能性）を重視しており、バラ積みピッキングロボット Thinker Model Aの展示が示されていた。特徴としては傷つきやすい物（例：レンズ、ガラス、食品）を掴むのに活用を想定している。従来のロボットと異なり、位置や速度などの動きを厳密に決めなくても接触規範で動作できるため、位置決めミスをして、自動でリカバリーして掴めるのがポイントである。安全技術への展望は詳しい事は聞けなかった。パナソニックが接触規範ロボティクスに関して連携活動を行い、人とロボットの接触シミュレータを移動ロボット用途から拡張検討しているので、今後の成果が期待される。図C-(2)-2-26にその実際を示す。

接触規範で視点を考えた場合、最も接触のリスクアセスメントで残留リスクが残る傾向にあるのがツール部である。NABELL社では、この残留リスク低減を目指してツールとワークとの「はさまれ」現象について接触検知センサを活用して未然防止する参考展示していた。協働アプリケーションでハンド周りは、ワークやハンドによっては危険となることに着目して昨年、JIMTOFでの参考出品を踏まえてハンド周りの非接触安全センサを開発したとのこと。ツール部は多様なため、カスタマイズ引き合いが多いので、これに対応するしくみを検討中とのこと。図C-(2)-2-27にロボットハンド対応非接触安全センサの構成と外観を示す。

・移動体に搭載してのモバイルマニピュレータとしての構成

AMRなどの移動体に協働ロボットアームを搭載してのモバイルマニピュレータの展示がいくつか見受けられた（ほかに簡易ヒューマノイドタイプが多数あったが協働ロボットの枠組みではないため除外する）。基本的には走行とアーム動作を同時に行うことは避けられているが、一部に同時動作のデモンストレーションが含まれた。これは動力的安定性を制御に含めなくてはならず、またアーム部が掃引する領域が変形し、場合によっては台車から突出し得るため、転倒や衝突などの安全上のリスクを新たに考慮する必要がある。スギノマシン社ではTriORB社の全方向移動台車をベースにファナックの協働アームと組み合わせた統合モデルを提案。移動時は下部レーザセンサでの全周監視による衝突予防を行うものと思われる。移動時アームは待機姿勢（または収納姿勢）で停止するしくみであった。KURABO社は7軸協働ロボット、KURAVIZONは米Flexiv RoboticsのRIZON協働ロボットアームと自社ビジョンセンサKURASENSEをAMRと統合した展示していた。デモでの移動は見られなかった。不二越社では自社MZS協働ロボットアームの安全確保用のレーザセンサを排し、非接触給電式のAMRと統合したデモンストレーション。レーザセンサはAMR側のセンサに統合されるものと思われる。デモンストレーションではアームの動作と移動を同時に行っていたが、稼働エリアは低い柵で囲まれていた。アーム部に触れると停止していた。図C-(2)-2-28に各社の提案するモバイルマニピュレータを示す。規格整備と並行して機能とリスクの整理、対応方法などが今後の課題となる。

まとめと今後に向けての提案

・高可搬化トレンド

協働アプリケーションのシリーズ化、特に物流向けの高可搬型の出店が多数あった。可搬重量は小型軽量クラスから30kg級、40kg級超まで幅広い展示が確認された。比較的低価格を訴求する海外製とされる協働ロボットの展示も存在した。ヒアリングでは高可搬クラスであってもリスクアセスメント実施を前提とする説明が多く、導入先として自動車関連企業を例示し、柵不要が狭い場所で評価されるとの

説明もあった。今後のトレンドも高可搬化が進むため、リスクアセスメントと本質安全対策の周知徹底と教育が重要になると推察される。またこれを支えるルール、広報活動も重要となる。

・システムとバリエーション拡大

さらには、ロボットに組み合わされる補助装置や昇降軸などロボットメーカーでシステムアップ時に機械安全が確認できるしくみが増えたことも特徴である。機械安全、リスクアセスメントをSierなどがユーザの視点で考え、残留リスクを正確に伝え、残留リスクをどのように低減できるか、また残留リスクをどのように評価し使用者の中で教育を継続するかなどの運用の仕組みを事例や考え方を社会と産業界に浸透させるしくみ、また安全確保の手法や手段などを共有できるしくみの整備が必要と考えられる。複数の装置や補助機構を組み合わせたシステムでは危険源が増加し、リスクアセスメントの重要性が一層高まる可能性がある。今回は商品先行型での展示会であるため、流通を含めた規格化やSier／ユーザ視点での安全確保・リスク低減のしくみに関する認知や定着度は詳細情報を得ることができなかった。別途調査が必要と考える。

・安全危惧事項

展示会における「柵なし」「省スペース」等の訴求内容と、労働安全衛生上の安全を成立させるために必要なリスクアセスメント、適用条件の明確化、教育・検証といった実務との間にはギャップが生じ得る。人とのインタラクションはもとより、協働ロボットは狭い空間での活用に適するというアピールもあり、人間の不用意な振る舞いや複雑な形状の環境下への対応は極めて重要。可搬重量、動作速度に代表される基本能力への要求の拡大、移動体との統合や複数機材の協調など高度化ニーズもある。また、高機能なセンシング、AI活用などが期待され、機能安全の枠組みで取り扱う対象としての複雑さが増しているだけでなく、そうした枠組みで取り扱うことに適さない要素も今後考慮しなくてはなくなる可能性がある。近接検知は人と物体の区別ができないとの説明や、SSMの設定は調整が難しい趣旨の発言もあり、AIやセンサフュージョン活用が増える見通しと併せ、限界と検証方法を含む安全確

保の枠組みが課題となる。リスク分析と対策の立案に際しては、複雑化・大規模化するシステム理解が必要となり、アセッサにはいっそう高いスキルと経験が必要となるだろう。AIを活用した安全分析支援技術も今後登場してくると考えられるが、安全システムの設計にAIを用いること自体がリスク源となりうるジレンマがある。中国・台湾のロボットメーカー説明員へのヒアリングでは、産業用ロボットの教示・検査作業に従事する作業員に対する特別教育の実施義務を規定する法律はないとの回答であった。なお、本国では実施していないが日本市場ではメーカーによる同教育を提供している社が見られた。こうした課題に取り組むとともに、エキスパートの育成を目的とした教育・資格認定を義務化することも視野に検討すべきと考える。

・安全規格の周知

展示説明の中で「ISO 10218に準拠している」との表現が用いられる場面が観測された。加えて、ISO 13849、IEC 62061、ISO 3691-4などの規格名が挙げられる展示・説明もあった。一方で、規格準拠の内容をカタログ等に明記していないという説明がなされたケースもあった。旧版の規格には対応しているが新版には対応中であるという説明や、第三者認証を取得している、あるいは取得予定であるという回答が一部で得られた。その一方で、「ISO10218準拠」としながら、どの要求事項まで適合しているのか（全項目か部分か）を明確に説明できないケースが多いという指摘があった。適合範囲や前提条件は購入者にのみ説明されることが多いという意見もあった。第三者認証は高額であり、欧州では一種の保険・ステータスとして機能している、日本企業にとっては渡航費等のコスト負担が大きい、といった説明も聞かれた。現行規格とアップデートされた規格、さらには国内外規格との関係性など、どの規格をどのように守る必要があるのか、またルールチェックのゲートや義務がどのフェーズでどのようなプレイヤーが対応すべきか、ということが利用者からみて複雑であり、浸透していないことが会話の中からも感じられた。コンプライアンス研修とあわせてMUST/WANTの項目を整理して規則やルールの視える化が必要と感じる。欧州のように流

通段階での制限、使用開始時の第3者認証制度などがあるが、日本は流通、使用開始に強く制限を要求せず、安全と生産性のバランスを取った運用にしていると理解している。業務の進行軸、役割分担ごとにすべきこと（含む法的処罰）をわかりやすくする必要はある。あわせて得られた知見を必要なフェーズにフィードバックできることも視野に検討すべきと考える。

参考文献

- [1] 日刊工業新聞社:2025 国際ロボット展, URL: <http://irex.nikkan.co.jp/> (2026 年 5 月 24 日確認)
- [2] ファナック: フィジカル AI を活用した事例紹介, URL: <https://www.youtube.com/watch?v=gdQ1PenNdeA> (2026 年 5 月 24 日確認)

(2)-3 国内外の関連研究機関での調査結果

協働アプリケーションに関して、その技術や仕組みなど日本と共創関係のあるドイツと、協働アプリケーションを支えるしくみ、技術に意見交換し今後の進め方の参考となるべく調査を行った。訪問先として、DGUV IFA、Fraunhofer IPA、Fraunhofer IFFの3拠点を調査してきたので以下報告する。

DGUV IFA(ドイツ ボン)

ドイツのロボット安全のしくみ調査と意見交換としてDGUV IFAのメンバと意見交換、視察を行った。図C-(2)-3-1に参加メンバを示す。以下、議論項目ごとに結果を示す。

1) 双方の2025年度活動のお礼と総括

- ・今回の訪問の契機となった大阪万博でのGISHWと協調安全活動成果の共有とお礼を行った。

2) セキュリティの技術としくみ

- ・RFC9116 ISO62443の活動内容と課題について共有した。非常に複雑で小さな事業体では使いにくい課題あることやEN50742にルールや通報のしくみを規定、NANDO NP0121にNotified Bodyとして認証についても規定されていることを確認した。セキュリティの議論はドイツが先行している印象が強く、2026年12月に開催予定のIEEE ISR2026とSIAS2026（以下12月大阪イベントとする）のテーマとして交流を継続で合意した。

3) エグゾスケルトンに関する技術を共有

- ・ドイルでのアシストスーツの評価状況の説明を受ける。定量的な計測や安全性評価について取り組みがスタートしている状況を確認した。こちらも12月の大阪イベントのテーマとして交流を継続で合意した。

4) 今回の訪問の目的と3年間の活動の概要を説明。責任の範囲とそのウェイトに差があることを確認した。日本はユーザ、ドイツはSierのウェイトが高い。どの場合でも協働アプリケーションはリスクアセスと低減の責任分担が難しいことを共有。同じ課題を抱えていることもあわせて確認した。ドイツは要件を中立的に示すことをDGUV BGで実施。機械安全のコンサル担当が40人くらい存在。Sierからの

相談を支援している。日本には該当の仕組みが無いので参考にしたい。協働アプリケーションの相談が増えているのは事実。ライフサイクルを通しての課題対応には課題が多い。図C-(2)-3-2に示すような出版物で話題提供はしているが、十分な対応とは言えないとの認識であった。ユースケース整備を含め日本と連携して取り組むことにベクトルは一致しており、日独で連携していくことに意欲的なご意見がいただけた。

5) 産業とサービスをまたぐロボットアプリケーションについて意見交換。協働アプリケーションは増えている状況を確認。評価指標の提示など雑誌経由で紹介しているとのこと。評価指標だけでなく、メーカーごとの評価提示は機能や性能を示すことになるので中立的な視点で実施していないとのこと。日本のようなユーザ視点で安全確保をしたい場合には公開情報の範囲や内容の議論が必要である。

- ・移動ロボットが公共の場で人へ与える精神的な評価の説明を受ける。図C-(2)-3-3に示すようなRamp Corridorの2種類にて心理的トライアルを実施しており、日本より先行している。日本側の取り組みも紹介。大変興味を示されたので12月大阪イベントでさらに議論することを提案、合意した。

- ・サービスロボット、ヒューマノイドのTC299活動を共有した。現状把握はほぼ同じ理解であった。特に、多くの種類のロボットが混ざって活用するシーンに向けて、中長期的に規格の連携や統合が必要な認識は同じであった。

6) 労働災害の開示状況

日本とドイツの労働災害情報の開示レベルを双方で確認した。ドイツでは要報告は3日休業、致命的な報告は死亡とのこと。日本と要報告のみ1日違いだが考え方は同じと理解できた。報告内容はオープンになっており、1次的な原因などは分析されたものが開示されている。ただし、根本的な原因や対策についての明示は見いだせなかった。図C-(2)-3-4に示すようにドイツでは概ね要報告が年間100件、死亡災害は0～1件となり、要報告件数が日本よりかなり多いことが判明した。定義の差か、報告レベルの差がある可能性があると感じた。発生原因の多く（64%）はトラブルシューティングで防御方策

があり、なしなどで分析まではしていることは確認できた。日本のデータベースよりはやや情報があるが内容としては不十分な印象。情報開示レベル特に発生原因と対策の中身がわかるように、方策を検討する必要がある。

7) 教育と資格についての意見交換と双方の仕組みと現状について紹介した。DGUV BGを中心にいくつか教育のしくみがあることが紹介された。図C-(2)-3-5に示すような協働アプリケーションなどはセミナー形式(3日間)コースから幼児教育まで幅広く行われていること、保険給付額を下げるために効果がある教育は推進できるしくみは参考になった。こちらも12月の大阪イベントのテーマとして交流を継続で合意した。協働アプリケーションの教育は難しさがあることも共有できた。アプリケーションと導入安全技術の依存度が高いことが原因である。支える資格や認証としても複雑になるので落としどころは民間ベースで進めるなどしくみづくりは継続議論が必要である。図C-(2)-3-6に示すようにDGUVではコンサル業務、教育などに領域によって20人、40人規模で対応している。日本と大きく体制や規模が異なる印象であった。幼少期教育など安全に関する知識の教育に取り組んでいる。ここは大きな差を感じる。日本ではどの省庁が対応するのか(文科×厚労?)日本国内でも議論が必要と感じた。

8) 安全評価技術と安全シミュレーションについて意見交換を行った。協働アプリケーションで残留リスクになるケースが多い手先部の安全評価技術について意見交換を行った。日本側から指ダミーの紹介をしたところドイツ側はその存在を知っており、入手したいとの要望をいただいた。価格を説明、簡便で安価であることを高く評価されていた。購入方法を紹介した。ドイツ側からは狭隘部に指がはいるかどうかのチェックツールの紹介を受けた。また、一般的な接触力を簡易的に測る計測器(GTE COBO SAFE)を活用して評価する方法の紹介を受けた。日本とドイツの計測機器の実態を図C-(2)-3-7に示す。DGUVではFraunhofer IPAと連携しており、機器が高価で課題となっていた。また、直接的なリスク評価とはなっていないことも課題と認識

していた。接触状態のシミュレーション技術について意見交換をあわせて行った。DGUVでは研究レベルで進めており、カナダでのバイオメカニカル学会に投稿中、2026年度の夏にはFullペーパー作成する予定なので、それまでは開示は待ってほしいとのこと。双方の良いところ取りからスタートしたく、日本の方式をリスク評価の参考として活用したいとのこと。

9) AIと安全技術について意見交換を行った。産業用途へのAI活用、安全性向上の事例としてAIカメラを用いた丸鋸盤への事例の紹介を受けた。人の手をAIが認識し、丸鋸にふれる可能性があるため丸鋸が機械的に退避するしくみの紹介を受けた。この内容を図C-(2)-3-8に、実際を図C-(2)-3-9に示す。AIと安全に関して欧州サイドは以下の規格などで議論開始している。ISO/IEC TS 22440 WG4およびISO/IEC JTC 1/SC 42など。日本及びドイツ双方で活動が開始された状況なので、12月に向けての議題として継続検討することで合意した。

10) DGUV IFAラボツアーを行った。労働災害で比較的多いAR・VRシミュレータをはじめ、多くの取り組みについて視察できた。内容は以下の通り：
・紫外線と労働環境の評価と日焼け止めなどの効果検証

独自の簡易評価機器があり、腕に取り付けて労働環境毎に整理

・騒音環境評価 5面、6面無響室の視察
・微細粉塵評価 電子顕微鏡とAIを用いた物質同定技術

・セキュリティおよびハニーポット可視化技術
・エグゾスケルトン評価 骨格推定と補償力解析
・歩行災害AR・VRシミュレータ 教育と評価
図C-(2)-3-10にシミュレータの外観を示す。
・高所作業車 AR・VRシミュレータ こちらも教育と評価に活用している。

製品の分解、検討などのDRにも活用可能。

・AI活用の丸鋸盤

人の手の動きをAIが認識、不安全行動の場合丸鋸が退避動作する。

11) まとめ

・ドイツの日本の取り組みとしては独自の物が多

くあり、国のしくみや支える仕組みの差で独自性がある。良いところ取りや連携について継続議論をすることで同意した。ドイツは保険のしくみを活かしたスタイル。今回のテーマを整理して、12月開催の大阪イベントにて組織体、研究機関、企業を入れて議論を加速させるべきと考える。特に安全教育と資格制度については十分な国際的な議論や調整が必要である印象であった。

Fraunhofer IPA(ドイツ シュツツガルト)

ドイツの研究機関でロボットの自動化と安全のしくみについて推進状況を調査し、意見交換を行った。図C-(2)-3-11に参加メンバを示す。以下、議論項目ごとに結果を示す。

1) 双方の2025年度活動のお礼と総括として、大阪万博でのGISHWと協調安全活動成果の共有とお礼を行った。

2) 今回の訪問の目的と3年間の活動の概要を説明

3) 安全評価技術と安全シミュレーションについて意見交換を行った。手先の安全評価技術について意見交換を実施。DGUVにてかなりの部分をお聞きしていたので詳細の議論を実施した。ドイツ版の指ダミーは狭隘部に指がはいるかどうかのチェックツールであることの再度紹介を受けた。この実際を図C-(2)-3-12に示す。接触力を簡易的に測る計測器

(GTE COBO SAFE)を活用して評価している内容、Fraunhofer IPAではコリジョンマップ、接触力検出特性マップ生成のために計測作業の自動化を過去に取り組みを行っている説明を受けた。ロボットごとの特性把握はCARAでのシミュレーション展開で進めようとしている。IPAでは接触リスク評価をシミュレーションで実施していることが特長である。この内容を図C-(2)-3-13に示す。日本(パナソニック)ではFraunhofer IFFと連携して接触後の危害性評価を実施。評価フェーズが異なり連携効果が高いことを確認。CARAはデンソー、接触後シミュレーションはパナソニックが技術保有しているので、一連の設計から評価までを一気通貫できる仕組みの開発が期待されると感じた。

4) ラボツアーの中でAIと安全技術について意見交換を行った。IPA側から図C-(2)-3-14に示すような

ヒューマノイドとの接触、挟まれ評価、図C-(2)-3-15に示すようなスロープや人からの外乱でのヒューマノイド挙動、安全性評価を開始している状況が示された。まずはスタートしたという印象であるがこのような評価を進めていることは意義が高いと感じた。

日本側からは以下の2つの活動を紹介した。1つは移動ロボット×人の動き、もう一つは自律移動ロボットの自律性評価である。IPAから協働セルにてAIとデプスカメラ3台を用いた人とロボット距離把握事例の紹介を受けた。人検知技術は双方で進んでおり、更に技術の整理や標準化に向けて意見交換が必要と感じる。エグゾスkeletonの活用についても紹介を受けた航空機産業などに向けて補償力、骨格推定技術など紹介された。EV車の解体セル、過去の開発ロボットなども活動内容の紹介を受けた。

5) 教育と資格のしくみについての意見交換を行った。双方の仕組みと現状について紹介。ドイツの教育のしくみをTheo氏から図C-(2)-3-16に示すように紹介を受けた。内容としては、大変参考になった。労働安全、製品安全、その他に分類して行われている状況の説明を受けたが日本では重要なところは横断的に行うしくみがあるが、カバー領域として弱いところも散見されるので、双方の良いところ取りが必要と感じた。

6) まとめとして、自動化を視点にヒューマノイド評価も含めて先駆的に実施している状況は、さすがIPAという印象であった。ドイツ国内の民間企業からの資金獲得と社会実証に向けて着実に進んでいる印象であった。訪問日にも多くの視察が来ていた。今後は開発技術の展示や意見交換は継続連携していくことで合意。特にヒューマノイド評価、安全解析・シミュレーション技術連携は重要と感じる。

Fraunhofer IFF(ドイツ マグデブルグ)

ロボット規則と規格調査・利活用実態・技術動向調査を目的に訪問を行った。特に接触評価で先駆的な活動を中心に議論を行った。図C-(2)-3-17に参加メンバを示す。以下、議論項目ごとに結果を示す。

1) ドイツ側の2025年度活動のお礼と総括

・大阪万博でのGISHWと協調安全活動成果の共有と今後の連携のお願いを行った。

2) IFFの活動規模と主な内容の紹介

・研究資金、研究者数は大規模な印象。大学などの連携も活発。

・人検知技術と人との接触解析が老舗かつ最新の研究が実施されている。

・人とヒューマノイドの協調制御（長尺ものの運搬）なども手掛けている。

実際の作業をさせて、研究している事例は珍しい。日本側メンバの今後の活動として参考となった。

3) Topic A 今回の訪問の目的と3年間の活動の概要を説明した。

4) ラボツアーを実施。カメラで人検出する協働アプリケーションの紹介を受けた。こちらはよくあるパターンの印象。3D-LiDARで人検出する協働アプリケーションの紹介を受けた。この外観を図C-(2)-3-18に示す。広域の範囲を走査、レーテンシーは高い印象であった。図C-(2)-3-19に示す大型産業ロボットを用いた、動作範囲表示と人検出についても紹介を受けた。プロジェクタとマットスイッチを分割配置、人検知カメラ併用している構成であった。タンペレ大学、IPAと似たシステムのため、共創活動などの関係性を確認したところ。IFF独自の活動であるとの見解であった。

モバイル双腕マニピュレータの開発事例紹介も受けた。図C-(2)-3-20に示す市販の協働アプリケーション用ロボットを2台組み合わせて双腕制御できるしくみを紹介いただいた。多くの種類を市販のロボットを組み合わせて試作されている。図C-(2)-3-21に示す過去の開発ロボットが紹介されている資料からは実用化というよりは研究的な用途で進められている印象であった。

Aiとカメラ、リファレンスとの差分でのロボット停止技術については安全技術にもつながる活動の紹介を受けた。図C-(2)-3-22に示す境界判定に指先程度の分解能を目指したシステムで、図C-(2)-3-23計測原理に特徴があり、産業応用の可能性が高く感じた。組み立てなど形が変化するものも対応できるか聞いたが、まだそこまでの機能は無いとのこと。

痛覚耐性値の評価機器の紹介を受けた。今回の訪問の最大目的でもあるが、現物の評価機器を確認した。図C-(2)-3-24に動的評価試験機、図C-(2)-3-25に静的評価試験機を示す。先端の力だけでなく、1cm角での圧力分布も並行して測定している。圧力分布の測定装置を図C-(2)-3-26に示す。コンタクト形状にはあまり踏み込んではいない印象であった。

最後に紹介を受けたのが、挟まれる危険性のあるところを予見して速度制御するアプリケーションである。リスク評価としては挟まれ時のクリアランスに着眼し、速度制御を行うものである。図C-(2)-3-27にこのシステム外観を示す。

5) 規格化とルールについても意見交換を行った。

・ISO TC299 WG8の目的と活動内容の説明を受けた。ISO10218-2との違いはAnnexとして掲載されているだけ、包括的に規格化したいという意図の説明を受けた。ISO15066-1（生体計測と痛覚耐性体系化）の内容についてISO13842とも連携して整備 韓国のKyung Hee Univとも連携しているとのこと。ISO15066-2（衝突テスト方法）の内容については、テスト方法は記載するが、コスト、精度、実行時間の観点で課題が多いことが示された。ISO15066-3（シミュレーション）については設計・導入・実装した時の効率化を目指しているとのこと。全体通して包括的な活動を目指している印象であった。Fraunhofer内でIPAとのCARAとの位置づけに差があることを確認。CARAが目指しているリスクアセスメントは人が実施すべきとの認識をIFFは持っているとのこと。指定した残留リスクの接触後の影響を明らかにすることに着眼していることについて確認。シミュレーションモデルがバネ系のみで表現されているのはなぜか確認したところ、非線形要素分はF(d)とdとのマップを併用し計算の簡便化を意識しているとのことであった。ヒューマノイドなどとの接触問題などにも手法として有効と推察しているとの意見であった。

6) 教育と資格についての意見交換を行った。日本の仕組みと現状について紹介したものの先方からあまり意見が出なかったのでVR安全教育の話題提供をした。シミュレーション技術がライフサイクルで活かせる可能性を示したところIFFでの活動が

活かされることから大変興味を示してくれた。12月開催の大阪イベントにて組織体、研究機関、企業を入れて議論を加速させるべきと考える。

7) 災害情報の共有について

・日本とドイツの状況を共有した。同じ課題を抱えているが、あまりアイデアはない印象であった。企業からの災害情報を提出してもらいAIに入れて体系、整理をする方法を日本側で考案。ここにシミュレーション技術を投入するアイデアを日本チーム内で考えた。労働安全の生成AIを今後の活動として提案したい。

8) 安全評価技術とシミュレーション（パナソニック）労働安全、製品安全、その他に分類して行われている状況の説明を行った。日本側からは接触特に切創シミュレーションができないか相談したが、接触はできているが、切創はシミュレーション上かなり難しく取り組めていないとのこと。今後の可能性としても、技術的に難しい印象。新たな取り組みとして、研究者連携レベルで進める必要がある。医学や医療分野でもしかしたら該当研究があるかもしれないので調査していきたい。

9) 日本でのAISI活動紹介（AIST）を行った。AIを中心とした活動内容については理解いただき、ドイツ側と連携する方法について今後も継続相談することとした。

10) まとめ

IFFは初めての訪問で収穫が多かったIPAは自動化、IFFは広く接触前、接触後の安全を包括的に研究している。ただし、教育や生産などへの貢献方法は日本の方が出口試行で先行しているので連携する価値が最も大きくなるのではないかと推察。開発技術の展示や意見交換は継続連携していくことで合意した。12月の大阪イベントでは必ず招待して活動の活性化をすべきと感じる。

(3) 協働ロボットの利用実態の調査(全員)

(3).1 調査の概要

本研究では、協働ロボットを核とした作業システム（協働ロボットセル）の開発状況や実事業場での利用状況、ならびに、安全規則・規格への適用状況や機能安全への対応などについて把握することを目的に、研究協力者である一般社団法人日本ロボットシステムインテグレータ協会（以下、SIer 協会という。）の協力の下、協働ロボットを製造・販売するメーカ、事業場に作業システムとして設置等するシステムインテグレータ（以下、SIer という。）及び協働ロボットセルを運用・管理するユーザ（製造業以外も含む）を対象に、令和7年度から令和8年度にかけて実態調査を行うこととしている。

令和7年度は、この調査のうち、SIer 協会を通じて協働ロボットセルの開発・設置に経験の豊富なSIer 8社（以下、個別にはA～F社という。）を推薦いただき、国内での協働ロボットの開発・設置事例や安全規則・規格への適用状況、機能安全への対応などを調べた。調査の方法として、まず事前にアンケート形式の質問票を送り、その回答から大まかな傾向を把握した。その上で、各社を訪問してロボットセル事例などを視察させていただき、安全への取り組みなどについて詳細を伺った。調査に参加いただいた6社は、いずれも他社製のロボットを利用してシステムを構成する企業で、A社は従業員規模が1000名以上の大企業、B～F社は100～999名の中企業、G、H社は99名以下の小企業である。

ロボットのSIerは、単体のロボットにハンド等のツールを付加し、周辺機器と連動するための制御装置や周辺作業者の安全確保のための機能を加え、一つの作業システム（ロボットセル）として完成させてユーザ事業場に設置する役割を担っている。そこで、本実態調査では、作業者とロボットが作業空間を共有する協働作業を意図したロボットセルの導入実績、また、その際に必要となるリスクアセスメント（以下、RAという。）の実施状況、機能安全の適用状況、ユーザ事業場との残留リスク情報の共有などを中心に調査を行った。併せて、機能安全活用実践マニュアルの参照状況、ならびに、産業用ロボット特別教育の実施状況についても調査した。

協働ロボットセルの導入実績については、現時点

で主要な受注を占めるまでには至っていないがコロナ以降需要が高まっているとの回答が多かった。協働ロボットを適用した主な作業としては、

- ・自動車メーカ等にて、エンジンシリンダーヘッドの積み下ろし作業、ねじ締め作業、車体の溶接個所の検査作業
- ・食品会社にて、食肉の移載作業、製品へのクリーム充填作業
- ・医療検査機関にて、検体をコンベアへ投入する作業

が示され、その他、段ボール箱への品詰め作業、工作機械へのワークのロード・アンロード、重量物搬送を想定したバランス併用システムなどへの適用事例を紹介いただいた。

協働ロボットを採用する理由について、大きく次の三つの場合があることが分かった：

- 1) 工場など設置個所のスペースの制約、作業員通路の確保などの理由から、ガードの設置が困難である場合。
- 2) 品種変更時の転用性や将来的な設置位置の変更を考慮し、予め協働ロボットを採用しておく場合。
- 3) 急な人員不足時期など必要なときに、通常は作業者が手で行っている作業（例えば、工作機械へのワーク搬入）を代替するという方式でロボットを利用する場合。

このうち、1)と2)は必ずしも協働ロボットが必須という事由とは言えず、実際、導入されたロボットセルには、レーザースキャナなどの保護装置を用いて人が接近した場合には保護停止するセル、人とロボットとを物理的な仕切りで分離したセルなど、従来の産業用ロボットを利用する場合と同等のリスク低減方策を講じる場合も多いとのことで、厳密な意味で「協働作業」と呼べる例はまだ少ないとの意見が複数社から聞かれた。「協働ロボットの代わりに可動柵やセンサを用いて、従来の産業用ロボットを安全速度で運用する方法を検討している」例や「作業効率を高めるために動作速度を上げることが必要になり、改めてロボット周囲にガードの設置を検討した」例なども挙げられ、また、「人の頭部への接触は許容されておらず、設備の物理的制約

から協働作業の高度化も難しく、効率を考慮すると柵を設けてロボットを高速運転させる従来型の方法が現実的との意見が多い」との見解も聞かれた。

このように、協働ロボットの利用は急速に拡大しているが、まだ用途・適用分野が明確になってはおらず、現状では、従来の産業用ロボットが一斉に協働ロボットに置き換わるようなことは容易には起こらないという実態にあると考えられる。

本調査の結果として、質問票に対する各社の回答を表 C- (3) -1~6 にそれぞれ示す。以下では、質問項目の順に各社の回答を比較する形で概説するとともに、本調査で把握できた協働ロボットの利用実態について述べる。

(3).2 労働安全衛生規則への対応について

質問 1 として、産業用ロボットに関連する安全衛生法規則第36条、第150条、第151条など現行規制への認識と対応について質問したところ、すべての SIer から、安衛則に関しては「理解している」との回答があった。2013年の厚生労働省通達（基発1224第2号）[1]についても概ね周知されていたが、一部に「JIS、ISOとの相互関係について不明確（H社）」との回答もあった。一方で、後述するように、ユーザ側の認識・理解が不足している（協働ロボットを誤解している）との意見が多くからあった。

一方、特別教育については、すべての企業でロボット関係者のほとんどが受講済みであり、小企業でも「新入社員やロボット関連業務に直接関わらない者も含めて受講させている（G社）」との回答があった。「社外関係者にも安全コンサルタントやセミナー受講などを通じて啓蒙している（B社）」、「資格を持つインストラクタが対応可能な体制を整えている（E社）」、「セーフティサブアセッサ、セーフティアセッサ等の資格取得も進めており、社内ですべて安全知識を持つ人材を育成している（G社）」などの例も紹介された。特別教育に関しては改めて (3) .8 項で詳述する。

(3).3 リスクアセスメントの実施状況について

質問 2 については、すべての SIer が、ロボットと人の協働作業に関する RA は必須であるとの認識で、速度管理や非常停止装置の設置など RA を実施し

た上で運用していると回答した。ユーザと協議の上又は共同で RA を実施しているケースが多く、ユーザを支援する場合や、ユーザのフォーマットに従う場合も少なくないとのことであった。具体的には、

- ・ RA の範囲は出荷から試運転までをカバーしており、運用後のトラブル対応もメーカーサービスとして対応している（A社）、
- ・ 仕様打ち合わせ時にユーザと内容を共有して合意形成や教育の実施につなげている（C社）、
- ・ 設計開発段階での RA の範囲は設置から試運転ぐらいまでだが、大手ユーザによっては運用、メンテナンスまで実施する（D社）、
- ・ 設計段階で作成した RA は製造部門と共有し、注意点を伝えながら活用している（F社）、
- ・ 最終的にはアセスメント提言書等により、残留リスクや必要な運用上の注意を説明する。ユーザ側の現場担当者から情報を出してもらい、通常作業では見えにくい実作業上の動きや想定される例外的な作業などを踏まえてリスクアセスメントを見直し、共同で確認している（G社）、
- ・ 顧客と相談しながら、現実に成立するか、コストに収まるか、安全上どこまで対策するかのパランスを取っている（H社）、

などの対応が行われているとのことである。

その一方で、「RA はユーザと共同で実施しているが、大手ユーザは理解が進んでいるが、中小ユーザは未だ理解不足で指導が必要な場合がある（D社）」、「ユーザの理解度に応じてリスク説明や安全教育を行い、理解できない場合は先に進まない（C社）」、「ユーザ自身がロボットシステムのリスクアセスメントを十分に実施できるケースは少なく、大手企業の一部に限られる（G社）」といった意見があり、ユーザ側の RA に対する理解度に企業規模などに応じて大きな隔りがあることも分かった。

「RA の費用は見積もりに含めて提示しているが適正な対価の理解が課題である（E社）」との意見もあった。

(3).4 ISO 10218 への対応について

質問 3 については、すべての SIer から、基本的に ISO 10218-1 及び 2[2, 3]の内容は把握しており、RA 実施やリスク低減方策の立案に参照しているとの

回答があり、「営業部門も周知しており、ユーザに安全の必要性を説明している（F社）」、「ISO 10218の他、ISO 13482とISO 31101、ISO 3691-4などについても、産業用ロボットとサービスロボットの両面から認識している（G社）」といった例も示された。

ただし、2025年2月発行の最新版については、内容の確認を進めてはいるが社内でも個人により理解の度合いが異なり、現時点ではまだ十分に組み込めていないとするSierがほとんどであり、参照しているのは現状では旧版のISO 10218-1, 2:2011（すなわち、現行JIS B 8433-1, 2:2015[4, 5]）であることが分かった。「JISが改正されればそれに従う必要がある（C社）」とは認識されており、最新規格に対する意識は高いが、エンドエフェクタやロボットの外部軸の取り扱いなど、2025年の改正で新たに盛り込まれた要求事項への対応は今後の課題であると推察された。「インターネット上の解説等を参照して勉強しているが、解説者により微妙に解釈が異なり、判断基準が分かり難い。国内ではどう解釈すべきかを示す明確な解説や基準の公表が望まれる（G社）」との要望もあった。

なお、関連する事項として、安全機能の衝撃力低減（フォースリミット）について、ユーザの要請で実際に現場での測定を行った例がC社から報告された。ただし、B社からは、質問7の回答で「人とロボットの物理的インタラクションに関するリスクアセスメントは従来の方法では不十分であり、衝突力測定などの詳細な評価が必要とされる」、また、質問1の回答で「協働アプリケーションでは国際規格ISO/TS 15066:2016[6]に基づく衝突力測定試験が労働安全衛生法令とリンクしていないことから、ユーザの多くで認識が不足しており、啓蒙と適切なレベルの線引きが必要とされる」との意見があり、運用現場ごとに異なる衝撃力の評価が下されている可能性が示唆された。

(3).5 他の安全規格類への対応について

質問4に対しては、機械安全の基本原則ISO 12100[7]及び機械の電気安全の基本原則IEC 60204-1[8]の他、挟まれを回避する隙間、安全距離、隔離距離、インターロック、非常停止などISO 10218で要求事項の一部として引用されているタイプB規

格については概ね網羅して確認し、アプリケーションに応じて設計で参照しているとの回答が、すべてのSierからあった（機能安全に係るISO 13849等については次節で述べる）。

ただし、「抽象的な要求だけでは実務に落とし込み難い。例えば、“適切な距離をとる”という記述だけでは、現場でどう作ればよいか分からない（H社）」、「エンドエフェクタやハンド周りについては、先端が板状の場合、側面接触と突き込み方向で危険性が大きく異なる。ハンドの板厚、形状、速度、力の組み合わせについて、設計者が使い易い実務的な指針がほしい（G社）」との意見もあり、タイプB規格についても参考となる資料の公表が望まれていることが分かった。

なお、本質問に関連して、電磁両立性（EMC）に関して2社から言及があったが、それぞれ「ユーザ対応としている（B社）」と「自己宣言で対応している（F社）」との回答で、Sierによって対応に差のあることが示唆された。

(3).6 機能安全規格類への対応について

質問5については、すべてのSierからISO 13849[9]のPL評価を基にしているとの回答があったが、IEC 61508[10]のSIL評価も考慮していると回答したのは2社に留まった。「PLCなどの安全関連機器はメーカーの認証を利用し、SIL評価は行わず、ISO 13849ベースで十分対応可能と判断している（F社）」との回答もあった。

「カテゴリ3を標準とし、RAの結果に応じて調整する（D社）」といった対応との回答が多かったが、「設計部門は機能安全規格を理解しているが、SE部門では理解度に個人差があり、結果として標準的な安全機器を選定して対応している（A社）」や「ロボット本体に備わる安全機能を利用しており、監視領域の設定を除いては標準の機能しか使っていない（C社）」、「ロボット単体で安全機能が認証を受けているから、そのまま使用している（E社）」、「現場では、単にシーケンサーへセンサ信号を入れるだけでなく、安全コントローラーや安全制御系の縛りを考慮して対応している（H社）」との回答もあり、必ずしもRA結果に基づいたPL/SILの選択が常に実施されるものではないのが現状

のようである。「目標となる安全水準が規格で決め打ちされている方が、RA に基づいて自ら決定するよりも利便性が高い（F 社）」との意見もあった。

なお、「RA の結果では要求安全水準に差が生じても、保守管理を考慮した要望から、安全関連部をより高いレベルに統一仕様にするところがある（C 社）」や「ユーザからカテゴリ 3 や PL d などの要求がある場合、安全リレー、安全 PLC 等を選定し、要求性能を満たすか、計算して資料化している（G 社）」との回答があり、これらはより高いレベルを求める例であったが、場合によってはユーザの要望で仕様指定され、適切な要求安全水準が割り当てられない可能性もあり、対象となる SIer を拡大した追加調査が必要であると考えられる。

(3).7 活用実践マニュアル等の参照状況について

質問 6 で、“機能安全活用テキスト[11]”及び“機能安全活用実践マニュアル ロボットシステム編[12]”については、すべての SIer が「周知している」と回答した。しかし、「基本的な考え方を示しており、ネット上で見て参考になった」と評価する回答は D 社だけに留まり、多くが「日常業務での活用は限定的である（B 社）」、「設計時に直接参照することは少なく、技術的なアップデートが求められる（A 社）」、「テキストだけで内容を理解することは困難であり、講習会等の開催が必要である（D 社）」、「実務経験の乏しい若手技術者には理解が難しいと思う（E 社）」、「基礎として有用だが、実務にそのまま適用するには古さや不足がある（G 社）」、「通信・ネットワークを含む最近の協働ロボット・制御システムの変化を十分に反映しておらず、更新できるなら更新してほしい（H 社）」といった批判的な回答であった。

具体的に改善すべき点としては、

- ・安全教育において事例や演習問題の充実が求められており、具体的な RA 事例が理解促進に有効である（A 社）。
- ・協働ロボットの高荷重パレタイズ作業において、高荷重のワーク搬送に伴う落下や挟み込みリスクの評価が難しく、柵なしでの残留リスク対策について情報共有を求める。また、頭部などへの接触回避が困難であり、安全に停止させるための対

策が必要とされている（A 社、質問 8 の回答）。

- ・内容が詳細すぎて、利用者は限られる。また、機能安全の専門用語は難解で、より広く浅く理解できる基礎的な資料が望まれる（B 社）。
- ・基礎レベルの普及用と設計者向けの深掘り資料、あるいは、技術者向けと技術営業向けの資料のような二層構造とすべき（C 社）。
- ・ISO 規格の番号が覚えにくく、どこに何が書いてあるかという解説より、実務でどうすればよいか分かる資料が求められる（E 社）。
- ・初学者には分量が多く、このため事例を用いた段階的な学習が必要である（F 社）。
- ・ユーザ向けには、詳細な規格の解説だけでなく、動画、短い単元、事例、チェックリストを用いた実務的教材が望ましい（G 社）。

といった事が挙げられ、特に、基礎的な解説の充実及び実現場に則した具体的事例の充実を求められていることが分かった。

また、H 社から「安全のために“どこまでやればよいか”が明確でなく、経験に基づいて“これが安全であろう”と判断している状態である。国・業界には、用途別ガイドライン、事故情報共有、ソフトウェア安全作法、テスト事例、公式解釈の整備を期待する」との意見があり、また、質問 7 の回答ではあるが B 社から「現場での判断基準を体系化し、分かりやすい指針やガイドラインの整備が求められる」との意見もあり、現場での協働ロボットセルの安全性確保に対する活用実践マニュアルの重要性、ひいては、その内容を充実させる必要性が再認識された。今回の調査を通じて、各ロボットメーカーの資料、SIer 協会の基礎講座資料、セーフティアセッサの教材など、より理解し易いとされる資料の情報も得られ、今後の検討課題としている「活用実践マニュアルの課題点の抽出」において大いに参考としていきたい。

(3).8 労働安全衛生規則と安全規格類との整合状況について

本協働ロボットセルのリスク低減に ISO/JIS が広く参照されている実態についてはすでに述べたが、その一方で、質問 7 にあるように、現行の労働安全衛生規則（以下、安衛則という。）との不整合（技術的な格差、用語の定義の違い）のために、「ど

の基準に従うべきかが不明瞭であり、現場で混乱が生じている（E 社）」という実態について各社から回答があった。特に、

- ・一部のロボットの協働モードでは圧力基準を明確に示しているが、多くは設定が自由であり、業界内で安全基準の考え方に大きな差異が存在している（A 社）。
- ・80W 以下という基準[13]に関して、実際の推力測定や評価位置の整合性に課題があり、メーカーとユーザー間でミスマッチが起こっている。結局、物理的接触部分での評価が重要である（F 社）。
- ・安衛則と ISO/JIS 規格の技術格差が大きく、規格の安全基準強化によるコスト増加と設備投資抑制のジレンマが存在する（C 社）。
- ・80W 基準など日本独自の規制について、グローバルには意味が薄く、リスクアセスメントを基礎に、使用者が残留リスクを受け入れられるか、リスクを最大限低減できているか、運用が維持できるかで考えるべき（H 社）。

との回答から、参照すべき基準が不明確であるがために、個別のアプリケーションごとに講じる措置が判断され、結果として、リスク低減に差が生じているおそれが示唆された。

一方、ロボットの協働作業に対する誤解の蔓延に関して、

- ・厚生労働省の基発 1224 第 2 号通達で、柵のない協働ロボットということが強調されてしまい、RA が必要ということが周知されていない（D 社）。
- ・ユーザーとメーカー間で協働ロボットの安全柵の必要性について誤解があり、SIer が板挟みの状況にある（E 社）。
- ・“協働ロボットは柵が不要”との誤解がユーザー側に強くある。設置スペースが小さく、セーフティスキャナを設けても隔離距離を取れない場合、ハンドやワークが危険な場合、速度を上げると接触停止だけでは不十分な場合があり、資料を用いてリスクを説明している（G 社）。

といった指摘が多くあり、「レーザースキャナ等の安全機器は“その他安全機器”のように扱われ、具体的な位置付けが不明確である（G 社）」との回答からも、第 2 号通達の正しい周知啓蒙を早急に推進す

る必要があると言える。

なお、B 社から「産業ロボットの定義が旧態依然としており、ロボット単体の規定からシステム全体の定義が欠如しているため、ISO 基準に合わせる必要性がある」、「ロボットの操作範囲が広がり、中間的な立場の SIer も関与する可能性があるため、ユーザだけを対象にした安衛則は見直しが求められる」との指摘があり、また、「“協働ロボット”と“産業用ロボット＋機能安全”との差がなくなっている（A 社、質問 7 の回答）」との点からも、現行の安衛則において、少なくとも、対象となる機械、装置、安全機能などの定義（範囲）及び安全措置を実施する主体（メーカー、SIer、ユーザー）については整理を検討し、場合によっては ISO/JIS との整合を図る必要があると考えられる。

(3).9 特別教育の実施状況について

特別教育に関する質問 8 については、(3).2 項でも述べたように、すべての SIer から「対応している」旨の回答があり、多くでユーザーも教育対象に含まれていることが分かった。仕様策定などの設計初期段階で、ユーザーと意思疎通を図るために、RA についても実施支援や教育を行っているとのことであった。

ただし、「事業主に特別教育の実施責任があることを知らない SIer も多い（C 社）」、「協働ロボットとして市販されているものは 80W 規制外という誤解も生じており、80W 超の協働ロボットは教育不要と思われることもある（D 社、質問 7 の回答）」、「安全特別教育を受けていない IT 系の新規参入ユーザーが増える可能性があり、業界全体としてユーザー向け教育の標準化と周知が必要である（G 社）」との意見もあり、ユーザーの実態にも着目した設問設定で追加の調査を行う必要であると考えられる。

一方で、検査に係る特別教育について、

- ・特別教育の教示と検査の区分が変化し、検査の実施に関して現場での違和感や課題が存在している（E 社）、
- ・検査の定義が曖昧で、ユーザーでの本格的な検査はほとんど行われていない現状があるので、メーカー、SIer の検査業務と切り分ける必要がある（B 社）、との回答があり、見直しを検討する余地のあることが示唆された。

(3).10 協働アプリケーションに係る他の課題

最後に、協働アプリケーションを開発、販売、普及する上での問題や要望などについて質問9で伺った。様々な視点からの回答があったが、ISO 10218 の改正もあり、安全技術・リスク低減対策を導入する上でのコスト増加に対する顧客理解の難しさや安全仕様の周知不足による見積りとの差異などに関する回答が多くあった。「ユーザのコスト意識に応じたシステム設計の妥協点とリスク担保については、妥協が許されない部分は受注しない方針としている（E 社）」との回答があった一方で、「安全 PLC やレーザースキャナ、ライトカーテンは高価で、補助金の対象にするなどの支援がないと顧客負担が大きく、理解を得るのが難しい。安全リレーを使った二重化回路など妥協点を設けて説明し、運用でリスクを管理する場合がある（A 社）」、「安全対策にかかる費用負担は大企業と中小企業で大きな差があるのは事実であり、中小企業では予算確保が困難なため費用対効果の課題が存在する（D 社）」、「カテゴリや PL をきちんと満たす構成を提案し、資料を作成するとコストが上がる。複数社見積もりでは安全対策を含めた提案が価格競争で不利になり、付加価値を説明しても難しい（G 社）」、「最大の課題の一つはコストである。安全対策、リスクアセスメント、センサ、安全制御、ソフト改修を丁寧に行うほど費用が上がり、ユーザが安価なロボットや簡易な構成を求める（H 社）」、「コストを抑えるために規格の基準に従わない事例もあり、メーカー側としてはその現状に懸念を示している（F 社、質問7の回答）」という実態が明らかとなった。「ロボット導入促進と安全確保を両立するため、国・業界による教育、実務指針、メーカーの情報開示、低コストの検証ツールの整備などが必要（G 社）」とする意見もあった。

一方、協働ロボットセルのリスク低減に係る問題として、

- ・ライトカーテンのミュート機能に関しては、ソフト上での制御変更管理やトレーサビリティに課題があり、現場での微妙なタイミング調整や変更後の検証が十分に管理されていない。ミュート機能は認証された安全機能とし

て切り分けて管理する必要がある（A 社）、

- ・最低限の個人用保護具（ヘルメットと保護眼鏡）があれば、作業者の安全性はある程度確保できると解釈されると楽になると思うが、何かしらの制限はある（B 社）、
 - ・衝突力測定に基づき 250mm/s 以下であれば安全性が確保できる可能性があるが、挟まれ事故のリスクは依然として課題である（B 社）、
 - ・メーカーごとにティーチペンダント、教示方法、プログラミング方法が大きく異なるため、自動車の運転操作のように、メーカーが異なっても概ね操作できる程度の HMI の共通化が望ましい（H 社）、
- が挙げられており、次年度以降、本研究を進める上で検討していくべき問題と考えられる。

(3).11 本節のまとめ

協働ロボットセルの開発状況や実事業場での利用状況、ならびに、安全規則・規格への適用状況や機能安全への対応などについて把握することを目的に、令和7年度では、研究協力者である SIer 協会を通じて協働ロボットセルの開発・設置に経験の豊富な SIer8 社を対象に調査を行った。

限られた調査数の範囲での結果ではあるが、協働ロボットの利用は急速に拡大しているが、まだ用途・適用分野が明確になってはいない現状において、ロボットの協働作業に対する誤解（柵が不要、特別教育が不要、人と普通に仕事ができる等）がユーザに蔓延している実態が回答から明らかとなった。ユーザ側の RA に対する理解も企業規模によっては不足しているとの回答もあり、第2号通達の正しい周知啓蒙を早急に推進する必要があると言える。

また、安衛則と ISO/JIS との不整合のために、リスク低減方策に関して従うべき基準が不明瞭となっていることから混乱を生じている実態が回答から明らかになった。その際に参照されるべき活用実践マニュアルに関しても、規格の改定を踏まえた内容の更新、基礎的な解説及び実現場に則した具体的事例の充実が求められている。特別教育についても、検査に係る特別教育の課題や、ユーザ側での教育に対する認識の実態など、検討すべき論点が本調査を通じて複数示された。

本研究では、令和8年度に、調査対象となる SIer

をより拡大した実態調査を実施する計画であり、今回得られた結果については、調査対象の選定やアンケート調査票の設問設定などに反映させていく予定である。

参考文献

- [1] 厚生労働省: 産業用ロボットに係る労働安全衛生規則第 150 条の 4 の施行通達の一部改正について (平成 25 年 12 月 24 日付け基発 1224 第 2 号), 2013 URL: https://www.mhlw.go.jp/web/t_doc?dataId=00tb9779&dataType=1&pageNo=1 (2026 年 5 月 13 日確認)
- [2] ISO 10218-1:2025 Robotics - Safety requirements -Part 1: Industrial robots, 2025.
- [3] ISO 10218-2:2025 Robotics - Safety requirements -Part 2: Industrial robot applications and robot cells, 2025.
- [4] JIS B 8433-1:2015 ロボット及びロボティックデバイス - 産業用ロボットのための安全要求事項 - 第 1 部: ロボット, 2015
- [5] JIS B 8433-2:2015 ロボット及びロボティックデバイス - 産業用ロボットのための安全要求事項 - 第 2 部: ロボットシステム及びインテグレーション, 2015
- [6] ISO/TS 15066:2016 Robots and robotic devices - Collaborative robots, 2016 (JIS/TS B 0033:2017 ロボット及びロボティックデバイス - 協働ロボット)
- [7] ISO 12100:2010 Safety of machinery - General principles for design - Risk assessment and risk reduction (JISB9700:2013 機械類の安全性－設計のための一般原則)
- [8] IEC 60204-1:2016 Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 1: General requirements (JIS B 9960-1:2019 機械類の安全性 - 機械の電気装置 - 第 1 部: 一般要求事項)
- [9] ISO 13849-1:2023 Safety of machinery - Safety-related parts of control systems - Part 1: General principles for design
- [10] IEC 61508:2010(CMV) Functional safety of electrical/electronic/programmable electronic safety-related systems - Parts 1 to 7
- [11] 中央労働災害防止協会: 機能安全活用テキスト, 2018 <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11300000-Roudoukijunkkyokuanzeniseibu/0000197858.pdf> (2026 年 5 月 13 日確認)
- [12] 中央労働災害防止協会: 機能安全活用実践マニュアル (ロボットシステム編), 2018 URL: <https://www.mhlw.go.jp/file/06-Seisakujouhou-11300000-Roudoukijunkkyokuanzeniseibu/0000197860.pdf> (2026 年 5 月 13 日確認)
- [13] 厚生労働省: 労働安全衛生規則第 36 条第 31 号の規定に基づき厚生労働大臣が定める機械を定める告示 (昭和 58 年労働省告示第 51 号), 1983 URL: https://www.mhlw.go.jp/web/t_doc?dataId=74084000&dataType=0&pageNo=1 (2026 年 5 月 13 日確認)

D. 考察

協働ロボットに関連する安全規則や安全規格の調査

今回は、表記の調査のうち、特に、2025年改訂版の International Organization for Standardization の「ISO 10218シリーズ」を中心に、安全要求事項の変化と国内制度への影響を整理している。

まず、調査では国際規格として「ISO 10218-1/-2:2025」「ISO/TS 15066:2016」「ISO 13849-1:2023」などを対象とし、日本国内では労働安全衛生法、労働安全衛生規則、厚生労働省通達や機能安全指針、協働ロボット関連ガイドラインを比較対象としている。調査方法としては、新旧規格の比較、要求事項の差分抽出、国内法令との対応関係の整理が行われた。

ISO 10218:2025 において、安全要求の対象が「ロボット単体」から「協働アプリケーション全体」へ拡張された。従来はロボット本体の安全性能が中心であったが、新版ではエンドエフェクタ、周辺設備、作業者動線、ワークピース、レイアウトなどを含めたシステム全体の安全性評価が求められるようになった。また、協働ロボット向け技術仕様であった ISO/TS 15066 の内容が統合され、SSM（速度・距離監視）、PFL（力・動力制限）、HGC（ハンドガイド制御）などの協働機能が正式に体系化された。

さらに、サイバーセキュリティ要求が安全規格へ本格的に組み込まれた。通信ポート管理、リモートアクセス制御、安全関連パラメータ保護など、ネットワーク経由の不正操作が安全機能へ与える影響を考慮することが求められている。これは、産業ロボットのIoT化・遠隔化が進んだ現状を反映した改訂といえる。

また、ISO 13849-1:2023 では、安全関連制御系（SRP/CS）の設計・検証方法が高度化され、安全要求仕様（SRS）の明文化、ソフトウェア安全要求、リモートアクセス、パラメータ設定管理などが強化された。AI利用についても触れられているが、AIそのものの安全要求までは規定していない。

一方、日本国内では、労働安全衛生法や労働安全衛生規則により、危険性調査、特別教育、教示作業時の安全措置、接触危険防止などの一般的枠組みは既に整備されている。しかし、ISO 10218:2025 が要求する「協働アプリケーション単位でのリスクアセスメント」「PL/SILによる機能安全評価」「サイバーセキュリティ統合」などについて、今後の確認を要する。

協働ロボットに関する最新の技術動向の調査

本章では、協働ロボット（Collaborative Robot）の最新動向、とくに「安全技術」に焦点を当て、大阪・関西万博や2025国際ロボット展（iREX2025）での調査結果をもとに、国内外の技術潮流や課題を整理した。

まず大阪万博関連の調査では、人手不足社会を背景として、「人×機械×しくみ」による協調安全（Collaborative Safety）の考え方が示された。従来の機械安全が「危険源を隔離する」発想であったのに対し、近年は人の判断・行動を含めて安全を設計する「Safety 2.0」的アプローチへ移行している。特に、DGUVやFraunhofer研究所など欧州機関との連携、日本主導の標準化活動、GISHW国際シンポジウムにおける産官学連携などから、日本が国際安全技術分野で存在感を高めている。また、人間検知、情報提示、双方向コミュニケーションなどを組み合わせた「協調安全」の考え方が、新たな安全概念として注目されている。

続くiREX2025調査では、協働ロボットの高可搬化・多機能化・モバイル化が顕著であった。従来は小型軽量用途が中心であった協働ロボットが、30～50kg級の重量物搬送や物流用途へ拡大し、AMR（自律移動ロボット）との統合によるモバイルマニピュレータ化も進んでいる。また以下の安全に関する要素技術が確認された。

- PFL（Power and Force Limiting）による接触安全
- SSM（Speed and Separation Monitoring）による距離監視

- LiDAR・レーザースキャナ・AIカメラによる人検知
- 接近覚・触覚センサ（人工皮膚型センサ）
- AIによる人物認識や動作計画
- LEDや表示器を用いた状態可視化
- シミュレータによるリスク評価

一方で、以下の安全面への懸念もある。

- ISO準拠と説明しつつ適合範囲が不明確
- AIやセンサ融合によるシステム複雑化
- 高可搬ロボットによる衝突リスク増大
- モバイル化による新たな危険源
- 説明員自身が安全仕様を十分理解していないケース
- SSMパラメータ調整の難しさ
- 人と物体の識別精度への限界
- SIerや利用者側の安全知識不足

本調査は「協働ロボットが本格的に社会実装段階へ移行しつつある一方、安全技術・制度・教育はまだ過渡期にある」ことを示している。今後は、AI・センシング・機能安全・人間工学・教育・法規制を統合した総合的な安全設計能力が極めて重要になると考えられる。

協働ロボットの利用実態の調査

協働ロボットを中心とする作業システム（協働ロボットセル）に関して、国内SIer・ユーザ・メーカーにおける導入実態、安全規格適用状況、および機能安全への対応実態を明らかにすることを目的とした。今回（令和7年度）は、協働ロボットセルの構築経験を有するSIer8社を対象に、アンケート調査および訪問ヒアリング調査を実施した。

調査対象企業は、いずれも他社製ロボットを用いてシステムインテグレーションを行う事業者であり、協働ロボットセルの設計・導入におけるリスクアセスメント（RA）、安全規格適合、機能安全設計、ユーザとのリスク共有等の実務的運用状況が整理された。

結果として、協働ロボットの導入はコロナ禍以降拡大傾向にあるものの、現時点では特定用途への限定的適用に留まり、産業用ロボットの全面的代替には至っていないことが確認された。また、導入理由は①設置スペース制約、②柔軟性確保、③人手不足対応に大別されたが、実際には従来型安全柵およびセンサ技術との併用事例も多く、「協働作業」の厳密な定義に合致する事例は限定的であった。

安全規格対応については、各SIerともにInternational Organization for StandardizationのISO 10218、およびISO 12100等を参照しつつ設計を行っているが、2025年改訂版への対応は過渡的段階にあることが示された。

また、機能安全設計についてはISO 13849に基づくPL評価が主流であり、IEC 61508に基づくSIL評価の適用は限定的で、さらに、リスクアセスメントは形式的には必須とされているものの、ユーザ側の理解度に大きなばらつきが存在し、SIerとユーザ間での知識非対称性が顕著である。

教育・マニュアルに関しては、既存の安全教材は広く認知されている一方で、実務適用性や最新技術動向との乖離があり、事例中心・階層型教育体系への再構築の必要性が考えられる。

さらに、労働安全衛生規則と国際規格体系の間には技術的・制度的な不整合が存在し、現場レベルでの安全判断基準の不明確性を誘発している可能性がある。

E. 結論

いわゆる協働ロボット（協働アプリケーション）は社会実装段階に移行しつつある一方で、その安全確保の枠組みは国際規格・国内法制度・現場運用の三者間で過渡的状态にあり、制度的・技術的・教育的なギャップが顕在化している可能性がある。

今後は、国際規格との整合性を踏まえた国内制度の再設計、実務に即したガイドライン整備、な

らびに階層的かつ実践的な教育体系の構築が不可欠であり、これらを統合した総合的な安全の規制フレームワークが求められていると考えられる。

F. 健康危険情報

該当なし

G. 研究発表

1. 論文発表

該当なし

2. 学会発表

齋藤剛，池田博康：国際規格の改正を受けた産業用ロボットセルの機能安全活用実践マニュアル，第26回計測自動制御学会システムインテグレーション

ン部門講演会（SI2025）予稿集・pp.2862-2866・2025

H. 知的財産権の出願・登録状況

1. 特許取得

該当なし

2. 実用新案登録

該当なし

3. その他

該当なし

表C-(1)-1-1 規格・法令・行政文書・関連ガイドライン一覧

項目 No.	規格番号	名称	発行主 体	年版	概要	備考
国際規格・国内対応規格（産業用ロボット・ロボットシステム／ロボットアプリケーション）						
1	ISO 10218-1	Robotics — Safety requirements — Part 1: Industrial robots	ISO(International Organization for Standardization)	2025	産業環境で使用される産業用ロボットについて、本質的安全設計、リスク低減方策および使用上の情報に関する要求を規定する。ロボットは部分完成機械として扱う。	タイプ C 規格 2025 年版では “collaborative robot” および “collaborative operation” は使用されず、協働として開発・検証・妥当性確認される対象は “collaborative application” と整理された。
2	ISO 10218-1	Robots and robotic devices — Safety requirements for industrial robots — Part 1: Robots	ISO(International Organization for Standardization)	2011	産業用ロボットの安全要求事項について規定する。ロボット単体を対象として、基本的な危険源を記述し、危険源に関連するリスク対応のための要求事項についても規定する。	タイプ C 規格 （比較用旧版）2011 年版では “collaborative operation” および “collaborative workspace” が用語として存在する
3	ISO 10218-2	Robotics — Safety requirements — Part 2: Industrial robot applications and robot cells	ISO(International Organization for Standardization)	2025	産業用ロボットアプリケーションおよび産業用ロボットセルの統合に関する要求を規定する。対象には、設計、統合、コミッショニング、運用、保守、廃止・廃棄、機械及び構成要素の統合、ならびにこれらに関する使用上の情報が含まれる。	タイプ C 規格 2025 年版では robot system より robot application を重視する構成となり、ワークピース、タスクプログラム、アプリケーションを支援する機械・設備を含めて扱う。
4	ISO 10218-2	Robots and robotic devices — Safety requirements for industrial robots — Part 2: Robot systems and integration	ISO(International Organization for Standardization)	2011	第 1 部 に適合する産業用ロボットを用いた産業用ロボットシステム又はセルの設計、製造、設置、運転、保全又は解体・撤去に関する安全要求事項について規定する	タイプ C 規格 （比較用旧版）2011 年版の表題は“Robot systems and integration”。2025 年版では “Industrial robot applications and robot cells” に改められ、アプリケーション単位の統合要求が前面に出ている。

5	JIS B 8433-1	ロボット及びロボティックデバイス－産業用ロボットのための安全要求事項－第1部：ロボット	JSA(日本規格協会)	2015	産業用ロボットの安全要求事項について規定する。ロボット単体を対象として、基本的な危険源を記述し、危険源に関連するリスク対応のための要求事項についても規定する。	タイプC規格。ISO 10218-1:2011とIDT(ISO/IEC Guide 21-1に基づく“一致”)。旧版比較用の国内対応規格。
6	JIS B 8433-2	ロボット及びロボティックデバイス－産業用ロボットのための安全要求事項－第2部：ロボットシステム及びインテグレーション	JSA(日本規格協会)	2015	第1部に適合する産業用ロボットを用いた産業用ロボットシステム又はセルの設計、製造、設置、運転、保全又は解体・撤去に関する安全要求事項について規定する	タイプC規格 ISO 10218-2: 2011とIDT 旧版比較用の国内対応規格。
7	ISO/TS 15066	Robots and robotic devices — Collaborative robots	ISO(International Organization for Standardization)	2016	ISO 10218-1:2011 および ISO 10218-2:2011 を補完する技術仕様として、協働運転を行う産業用ロボットシステムおよび協働作業環境に関する追加要求・ガイダンスを示す。特に、協働ワークスペース、協働運転方式、PFL における身体部位ごとの力・圧力限界値および測定方法等を扱う。	Technical Specification (TS) 2025 年版 ISO 10218-1/-2 では、ISO/TS 15066:2016 の協働アプリケーション関連要求の多くが ISO 10218 シリーズ本体に取り込まれている。
8	TS B 0033	ロボット及びロボティックデバイス－協働ロボット	JSA(日本規格協会)	2017	JIS B 8433-1:2015 および JIS B 8433-2:2015 を補完する技術仕様として、協働運転を行う産業用ロボットシステムおよび協働作業環境に関する追加要求・ガイダンスを示す。特に、協働ワークスペース、協働運転方式、PFL における身体部位ごとの力・圧力限界値および測定方法等を扱う。	標準仕様書 (TS) ISO/TS 15066: 2016とIDT

国際規格・国内対応規格（機械安全・制御システムの安全関連部）

9	ISO 13849-1	Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 1: General principles for design	ISO(International Organization for Standardization)	2023	機械類の安全機能を実行する制御システムの安全関連部（SRP/CS）について、設計および統合のための方法論、要求事項、推奨事項およびガイダンスを規定する。高頻度要求モード又は連続モードで動作する SRP/CS およびそのサブシステムを対象とし、技術方式やエネルギー形式には依存しない。	タイプ B1 規格(安全距離、表面温度、騒音など)のような特定の安全面に関する規格) 個別アプリケーションで使用するべき安全機能又は要求 PLr を直接指定するものではない。また、物理セキュリティ、IT セキュリティ、サイバーセキュリティ等の具体的方策は規定しない。
10	ISO 13849-1	Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 1: General principles for design	ISO(International Organization for Standardization)	2015	機械類に対して、用いられるテクノロジー（技術方式）及びエネルギーの形式（電気、液圧、空圧、機械など）にかかわらず、機械の安全関連制御システムの設計原則を定めている。	タイプ B 規格 (比較用旧版)2015 年版は SRP/CS の設計原則、PL、PLr、カテゴリ、MTTFD、DC、CCF、ソフトウェア要求等を扱う。2023 年版では設計・開発プロセスに沿って全体が再構成され、SRS、ソフトウェア安全要求、妥当性確認、EMI、使用上の情報等が拡充された。
11	ISO 13849-2	Safety of machinery — Safety-related parts of control systems — Part 2: Validation	ISO(International Organization for Standardization)	2012	ISO 13849-1 に基づく安全関連制御システムについて、分析及び試験による妥当性確認の手順及び条件を定める。	タイプ B 規格 13849-1:2023 では妥当性確認要求が Clause 10 に整理され、ISO 13849-2:2012 の要求事項を置き換えるが、実務上 ISO 13849-2:2012 の参考附属書等を参照する可能性は残る。
12	JIS B 9705-1	機械類の安全性－制御システムの安全関連部－第 1 部：設計のための一般原則	JSA(日本規格協会)	2019	機械類に対して、用いられるテクノロジー（技術方式）及びエネルギーの形式（電気、液圧、空圧、機械など）にかかわらず、機械の安全関連制御システムの設計原則を定めている。	タイプ B 規格 ISO 13849-1: 2015 と IDT

13	JIS B 9705-2	機械類の安全性－ 制御システムの安全 関連部－ 第 2 部：妥当性 確認	JSA(日本 規格協 会)	2019	JIS B 9705-1 に基づく安全関連 制御システムについて、分析及び 試験による妥当性確認の手順及 び条件を定める。	タイプ B 規格 ISO 13849-2: 2012 と IDT
14	ISO 12100 (JIS B 9700)	Safety of machinery — General principles for design — Risk assessment and risk reduction	ISO(JSA)	2010	機械類の安全性に関する設計の 一般原則、リスクアセスメントおよ びリスク低減の基本枠組みを規定 する。	タイプ A 規格 ISO 10218-1/-2 および ISO 13849-1 の基礎とな るリスクアセスメント規格。
13	IEC 62061	Safety of machinery — Functional safety of safety-related control systems	IEC	2021	機械類の安全関連制御システム の機能安全に関する規格。SIL に基づく安全関連制御システムの 設計・評価に用いられる。	ISO 10218-1/-2:2025 で は、ISO 13849-1:2023 と 並んで安全関連制御系の 性能評価規格として参照
法令・省令・行政通達・技術上の指針						
14	—	労働安全衛生法	厚生労働 省	1972 年	労働者の安全と健康を守り、快 適な職場環境をつくることを目的と した日本の法律である。	現場では 労働基準監督 署 が監督・指導を行う。 第 20 条は危険を防止す るため必要な措置を講ずる ことを定める一般条項。 第 28 条は技術上の指針 を公表することを定める。 第 28 条の 2 はリスクアセ スメントの直接の根拠文。 第 59 条は安全衛生教育 を定める条文。第 3 項は 特別教育に関係し、労働 安全衛生規則第 36 条が その対象業務を列挙する。
15	—	労働安全衛生規 則	厚生労働 省	1972 年	労働安全衛生法を実際の職場で 運用するための、具体的なルール を定めた省令である。	労働安全衛生法の内容を 実行するための具体的か つ詳細な事項が示されて いる。 第 24 条の 11 は労働安 全衛生法第 28 条の 2 第 1 項に基づくリスク調査を 行う時期を定める。 第 24 条の 13 は機械譲 渡者等によるリスク情報通 知を定める。

						第 39 条は特別教育を必要とする危険又は有害な業務を列挙し、その 31,32 が特にロボットに関連する。第 150 条の 3～5、および第 151 条は産業用ロボットの接触危険防止に関する規定。
16	—	基発 1224 第 2 号 通達	厚生労働省	2013 年	産業用ロボットに関する労働安全衛生規則の運用を明確化した、厚生労働省（労働基準局長）による行政通達である。	労働安全衛生規則第 150 条の 4 の解釈・運用に関して、産業用ロボットと労働者が同一空間で作業する場合の取扱いを確認する資料として扱う。
17	—	厚労省告示第 353 号（機能安全指針）	厚生労働省	2016 年	電気・電子・プログラマブル電子制御による安全関連制御機能を用いて、機械等に係るリスクを低減するための考え方を示す技術上の指針。ISO 10218:2025 および ISO 13849-1:2023 との関係では、安全機能、PL/SIL、検証・妥当性確認、情報提供等との接続を確認する対象とする。	機能安全に関し、労働安全衛生法第 28 条に基づく技術上の指針として扱う。（法令本文と同格の義務規定ではない）
関連マニュアル・解説資料・事例資料						
18	—	機能安全活用実践 マニュアル 産業用ロボットシステム編	中央労働災害防止協会	平成 29 年（2017 年）	産業用ロボットシステムのシステムインテグレータおよびその役割を担う設計者に向けて、機能安全を活用したリスク低減方策、制御システム設計、PL/SIL の考え方等を実務的に解説するマニュアル。	「平成 28 年度厚生労働省委託 産業用ロボットのリスクアセスメント促進等事業」にて作成された。
19	—	機能安全活用テキスト	中央労働災害防止協会	平成 30 年（2018 年）	ボイラーおよび産業用ロボットの制御系の設計者、システムインテグレータ等に向けて、機能安全機器を利用する制御システムの設計方法の基礎を解説する教育・解説資料。	「平成 29 年度厚生労働省委託 機能安全を活用した機械設備の安全対策の推進事業」にて作成された。

20	—	協働ロボットの安全解説書～ロボットを使用した協働作業の実現に向けて～	ロボット革命・産業IoT イニシアティブ協議会（RRI）	2023	協働ロボットの導入を検討する事業者向けに、協働作業の考え方、安全方策、関連規格、導入時の留意点等を図表や事例を用いて解説する実務解説資料。	RRI による関連解説資料。機能安全活用実践マニュアル 産業用ロボットシステム編との併用を想定
21	—	協働ロボット違い情報整理	ロボット革命・産業IoT イニシアティブ協議会（RRI）	2023	日本国内で提供されている各社の協働ロボットに関する、軸・座標系、安全機能、機能安全関連用語等の呼称や表記の違いを整理した参考資料。	用語・表示の相違を確認するための参考資料。規格上の定義とは区別して扱う。
22	—	協働ロボット事例集	ロボット革命・産業IoT イニシアティブ協議会（RRI）	2023年（2025年追記）	協働ロボットの導入事例について、対象作業工程、導入目的、導入後の効果等を整理した事例資料。	事例資料。安全要求への適合性を直接示す資料ではなく、導入実態・用途把握の参考資料として扱う

表C-(1)-5-1 用語整理表(ISO10218)

No.	用語	Part1 or Part2	旧版との差分	差分概要
1	3.1.1.1 industrial environment 産業環境	Part1 and Part2	新規追加	一般公衆のアクセスが制限される、又は意図されたタスク及びロボットアプリケーションにおいて一般公衆の存在が通常想定されない作業場として、産業用ロボットの適用環境を明確化。
2	3.1.1.2 industrial robot, robot 産業用ロボット	Part1 and Part2	変更あり	① 産業環境における自動化アプリケーションで使用されることが定義上明確化された。 ② マニピュレータ、ロボット制御、教示又はプログラム手段を含むことが明記された。 ③ 3 軸以上の軸数について、運動学的解に統合される軸を含むことが明記された。
3	3.1.1.3 robot system, industrial robot system ロボットシステム	Part1 and Part2	変更あり	産業用ロボット、エンドエフェクタ、ならびにエンドエフェクタを支援するセンサ及び機器を含むものとして整理された。2025 年版では、robot application 及び robot cell との役割分担が明確化された。
4	3.1.1.4 robot application, industrial robot application ロボットアプリケーション	Part1 and Part2	新規追加	産業用ロボットシステム、ワークピース、タスクプログラム、ならびにアプリケーション及び意図されたタスクを支援する機械・設備からなる機械として定義された。
5	3.1.1.5 application アプリケーション	Part1 and Part2	新規追加	ロボット又はロボットアプリケーションの意図された使用及び目的、すなわちプロセスやタスクとして整理された。旧版 Part 2 にも application は存在するため、新規追加とはしない。
6	3.1.1.6 collaborative application 協働アプリケーション	Part1 and Part2	新規追加	一つ以上の協働タスクを含むアプリケーションとして定義された。旧版の collaborative operation / collaborative robot の概念を、ロボット単体ではなくアプリケーション単位へ再整理したもの。
7	3.1.1.7 collaborative task 協働タスク	Part1 and Part2	新規追加	ロボットシーケンスのうち、ロボットアプリケーション及びオペレータが同一の安全防護空間内に存在する部分として定義された。
8	3.1.1.8 robot cell, industrial robot cell ロボットセル, 産業用ロボットセル	Part1 and Part2	変更あり	ロボットセルは、一つ又は複数のロボットアプリケーション、意図された使用のリスクアセスメントに影響する障害物又は物体、ならびに関連する安全防護空間及び安全防護物を含むものとして定義された。

9	3.1.2.2 additional axis 追加軸	Part2	新規追加	マニピュレータの一部ではない軸として定義された。Part 2 では、ロボットアプリケーション又はセルにおける追加軸の扱いを明確にする用語。
10	3.1.2.2 auxiliary axis 補助軸	Part1	新規追加	マニピュレータの物理的な一部ではなく、ロボットにより制御される軸として定義された。
11	3.1.3.1 control station 制御ステーション	Part1 and Part2	変更あり	①制御ステーション＝筐体（enclosure）に制御デバイスを収容したものと定義された。 ②制御ステーションは、コントロールパネル、ペンダント、教示ペンダントを含むことが明記された。
12	3.1.3.2 pendant ペンダント	Part1 and Part2	変更あり	①持ち運び可能な制御ステーションであることが明記された。 ②旧版ではペンダントは教示ペンダントと同じ定義であった。
13	3.1.3.3 teach pendant 教示ペンダント	Part1 and Part2	変更あり	①ロボットをプログラム・移動・作動可能であるものと明記された。 ②旧版ではペンダントは教示ペンダントと同じ定義であった。
14	3.1.3.4 direct control 直接制御	Part1	新規追加	ロボットの一部分である制御ステーションによって動作又は操作が行われる状態として定義された。従来の local control of the robot に相当する概念。
15	3.1.3.5 external control 外部制御	Part1	新規追加	ロボットの一部分ではない制御ステーションによって動作又は操作が行われる状態として定義された。従来の remote control of the robot に相当する概念。
16	3.1.3.4 local control ローカル制御	Part2	変更あり	①旧版では局所操作と表現されていたが、用語として明記された。 ②ローカル制御は、個別の機械又は機械の一部に属する制御ステーション又は教示ペンダントから操作される状態として定義された。 ③ローカル制御を用いるオペレータは、通常、ロボットセルを直接視認できることが注記された。
17	3.1.3.7 / 3.1.3.5 span-of-control 制御範囲	Part1 and Part2	新規追加	特定装置による安全機能の制御対象となるロボット、ロボットアプリケーション、ロボットセル又は機械の所定範囲として定義された。
18	3.1.7.2/ 3.1.7.3 operator オペレータ	Part1 and Part2	新規追加	使用、運転、調整、保守、清掃、修理、トラブルシューティング、輸送、コミッショニング、分解等を行う者として定義された。機械近傍にいたことが期待される者も含む。

19	3.1.7.3/ 3.1.7.4 user ユーザ	Part1 and Part2	新規追加	2025 年版では、ロボットアプリケーション及びロ ボットセルを使用し、関連するオペレータに責任を 有する主体として整理された。
20	3.1.8.4 monitored-standstill 監視静止	Part1 and Part2	新規追加	駆動力が有効な状態で、動作がないことを監視 する安全機能として定義された。旧版の safety- rated monitored stop に相当する概念が monitored-standstill として整理された。
21	3.1.8.5 monitored-speed 監視速度	Part1 and Part2	用語変更／ 明確化	設定値に対して速度を制限する安全機能として 定義された。旧版の safety-rated monitored speed に相当する概念。
22	3.1.8.6 reduced-speed 低減速度	Part1 and Part2	明確化	速度を 250 mm/s 以下に制限する安全機能 として定義された。旧版の safety-rated reduced speed に相当する概念。
23	3.1.8.8 software-based limiting ソフトウェアベース制限	Part1 and Part2	用語変更／ 明確化	ロボット又は他設備の動作範囲に監視された制 限を設ける安全機能として定義された。旧版の safety-rated soft axis and space limiting / safety-rated soft limit に相当する概念。
24	3.1.8.10 safety function output 安全機能出力	Part1 and Part2	追加又は明 確化	指定された安全関連性能を有する出力信号とし て定義された。旧版の safety-rated output と の対応が考えられるが、2025 年版の安全機能 用語体系全体の中で確認する。
25	3.1.9.1 space 空間	Part1 and Part2	新規追加	三次元の体積として定義された。最大空間、制 限空間、安全防護空間、タスクゾーン等の前提 概念。
26	3.1.9.8 task zone タスクゾーン	Part2	新規追加	ロボットアプリケーション内又はその周辺で、オペ レータが特定の活動を行うあらかじめ定められた 空間として定義された。
27	3.1.12.1 body model 身体モデル	Part2	新規追加	生体力学的特性をもつ身体部位の集合として 人の身体を表すモデル。PFL 接触評価、身体 部位別の力・圧力評価に関係する。
28	3.1.12.2 compliant コンプライアント	Part2	新規追加	力を受けたときに材料又は機構が変形を示す性 質。エンドエフェクタ、接触面、力・圧力低減の議 論と関係する。
29	3.1.12.3 quasi-static contact 準静的接触	Part2	新規追加	ロボットアプリケーションの可動部とオペレータとの 接触で、身体部位が可動部と他の固定部又は 可動部との間に挟まれ得る接触として整理され た。

30	3.1.12.4 transient contact 過渡的接触	Part2	新規追加	ロボットアプリケーションの可動部とオペレータとの短時間の接触で、身体部位が挟まれず、反発又は退避できる接触として整理された。
----	-------------------------------------	-------	------	--

注：ISO 10218:2025 シリーズでは、「collaborative robot」及び「collaborative operation」という用語は使用されず、協働として開発、検証及び妥当性確認される対象は「collaborative application」である。本表では、実務上の通称としての「協働ロボット」と、規格上の用語である「協働アプリケーション」を区別して扱う。

表C-(1)-5-2 用語整理表(ISO13849-1)

No.	用語	旧版との差分	差分概要
1	3.1.3 安全要求仕様, SRS (safety requirements specification)	新規追加	安全機能について、機能要求及び要求パフォーマンスレベル (PLr) を含み、SRP/CS が満たすべき要求を定める仕様として追加された。
2	3.1.4 カテゴリ (category)	変更あり	フォールトへの耐性及びフォールト発生時の挙動に関するサブシステムの分類として定義された。旧版ではSRP/CS の分類として定義されていたため、2023 年版ではサブシステム中心の構成に合わせて整理された。
3	3.1.7 安全インテグリティレベル, SIL (safety integrity level)	変更あり	SIL の基本概念は継続されているが、ISO 13849-1:2023 では SIL1 から SIL3 までを対象とし、SIL4 は対象としないことが注記された。
4	3.1.8 フォールト (fault)	変更あり	基本概念は継続されているが、本規格では、フォールトはランダムフォールト又はシステムティック故障に起因するフォールトを意味することが注記された。
5	3.1.28 サブ機能 (sub-function)	新規追加	安全機能の一部であり、その故障が安全機能の故障を引き起こす部分として定義された。
6	3.1.29 監視 (monitoring)	変更あり	旧版では、監視は保護方策の作動を確実にする方法として扱われていたが、ISO 13849-1:2023 では、状態を検出し、期待値と比較する診断方策として定義された。注記では、直接監視、間接監視、クロスモニタリング等が例示されている。
7	3.1.33 平均故障間隔、MTBF (mean time between failures)	新規追加	連続して起こる故障間の動作時間の期待値
8	3.1.34 危険側故障比率, RDF (ratio of dangerous failures)	新規追加	危険側故障に至る可能性がある要素の全故障率に占める割合
9	3.1.45 サブシステム (subsystem)	新規追加	制御システムの安全関連部 (SRP/CS) を第 1 階層に分解した結果得られる要素であり、その危険側故障が安全機能の危険側故障につながるものとして定義された。

10	3.1.46 サブシステム要素 (subsystem element)	新規追加	単一のコンポーネント又は複数のコンポーネント群から構成されるサブシステムの一部として定義された。なお、ISO 13849-1:2023 では、ソフトウェアのみの構成要素はサブシステム要素とはみなされない。
----	---	------	--

表C-(1)-5-3 要求事項整理(ISO10218-1)

No.	ISO10218-1:2025	旧版との差分	差分概要	安衛法、安衛則（関連箇条）	差分概要
1	4 Risk assessment リスクアセスメント	特筆すべき変更なし	—	—	
2	5.1 Robot design ロボットの設計	特筆すべき変更なし	—	—	
3	5.1.1 General 一般	特筆すべき変更なし	—	—	
4	5.1.2 Materials, mechanical strength and mechanical design 材料，機械的強度および機械的デザイン	新規追加	ロボットの材料と強度に関する要求が追加された。	—	
8	5.1.3 Handling, lifting and transportation 取り扱い、持ち上げおよび輸送	変更あり	使用上の情報によって、つり上げ、輸送における危険が防止することが明記された。機体や部品の重量が 23 kg 以下の場合は、つり上げ、輸送、および取り扱いの使用上の情報のみで十分であるとし、他の方策が不要とされている。	—	
9	5.1.4 Packaging 梱包	新規追加	ロボット及びその部品の梱包に関する要求が追加された。	—	
10	5.1.5 Stability 安定性	特筆すべき変更なし	—	—	
11	5.1.6 Temperature and fire risks 温度および火災のリスク	特筆すべき変更なし	—	—	
12	5.1.7 Special equipment 特別な装置	特筆すべき変更なし	—	—	
13	5.1.8 Position holding 位置保持	新規追加	駆動力なしでロボットの位置を維持する手段を求める要求が追加された。	—	

14	5.1.9 Auxiliary axis (axes) 補助軸	新規追加	オプション機能として補助軸の要求が追加された。	-	
15	5.1.10 Power loss or change 動力の消失または変化	特筆すべき変更なし	-	-	
16	5.1.11 Component malfunction 構成品の機能不全	特筆すべき変更なし	-	-	
17	5.1.12 Hazardous energy 危険なエネルギー	特筆すべき変更なし	-	-	
18	5.1.13 Electrical, pneumatic and hydraulic parts 電気、空圧および油圧の部品	変更あり	空圧機器の要求事項（ISO 4414:2010）と油圧機器の要求事項（ISO 4413:2010）に準拠する要求が追加された。	-	
19	5.1.14 Tool centre point (TCP) setting ツールセンタポイント（TCP）の設定	特筆すべき変更なし	-	-	
20	5.1.15 Payload setting 負荷の設定	特筆すべき変更なし	-	-	
21	5.1.16 Cybersecurity サイバーセキュリティ	新規追加	サイバーセキュリティに関するリスク評価を実施する要求が追加された。	安衛法：第 28 条 第 150 条の 4	リスクアセスメントにおいて関係あり。
22	5.1.17 Robot class ロボットクラス	新規追加	機体重量、可搬重量、最高速度を基準に、2 つのクラスにロボットが区分されるようになった。 クラスにより、要求される安全機能レベルが異なる。	-	
23	5.2 Controls 制御	特筆すべき変更なし	-	-	
24	5.2.1 General 一般	特筆すべき変更なし	-	-	
25	5.2.2 Protection from unexpected start-up 予期しない起動からの保護	新規追加	予期しない起動に関する要求が新規追加された。	-	

			旧版の意図しない操作の要求も含んだものとなっている。		
26	5.2.3 Singularity 特異点	特筆すべき変更なし	—	—	
27	5.2.4 Interlocking devices インタロック装置	特筆すべき変更なし	—	—	
28	5.2.5 Status indication and warning devices 状態表示と警告装置	特筆すべき変更なし	—	—	
29	5.2.6 Labelling ラベル付け	特筆すべき変更なし	—	—	
30	5.2.7 Modes モード	特筆すべき変更なし	—	—	
31	5.2.7.1 Automatic 自動	特筆すべき変更なし	—	—	
32	5.2.7.2 Manual 手動	特筆すべき変更なし	—	—	
33	5.2.7.2.1 General 一般	特筆すべき変更なし	—	—	
34	5.2.7.2.2 Reduced-speed 低減速度	特筆すべき変更なし	—	—	
35	5.2.7.2.3 High-speed 高速度	変更あり	安全機能である 5.5.3.2 監視速度の要求が追加された。	—	
36	5.2.7.3 Selection, activation and change of the operating mode 運転モードの選択、作動および変更	変更あり	モード切替機能の安全機能と非安全機能部分が明確化された。	安衛則：第 36 条 31 号 安衛則：第 36 条 32 号 安衛則：	安衛則：第 36 条 31 号、安衛則：第 150 条の 3：教示等の作業に関する特別教育に関係あり。 安衛則：第 36 条 32 号：検査

				第 150 条の 3	等の作業に関する特別教育に関係あり。
37	5.2.8 Means of controlling the robot ロボットの制御手段	新規追加	①制御パネル、または教示ペンダントによる直接制御、または外部制御機能のどちらかの提供が必要である要求が追加された。 ②制御ステーションには、非常停止機能装置および通常停止機能が必要である要求が追加された。	安衛則：第 36 条 31 号 安衛則：第 36 条 32 号 安衛則：第 150 条の 3	安衛則：第 36 条 31 号、安衛則：第 150 条の 3：教示等の作業に関する特別教育に関係あり。 安衛則：第 36 条 32 号：検査等の作業に関する特別教育に関係あり。
41	5.2.8.4 Teach pendant(s) 教示ペンダント	特筆すべき変更なし	—	—	
42	5.2.8.5 Cableless or detachable teach pendant(s) ケーブルレスまたは着脱式教示ペンダント	変更あり	①ケーブルレス教示ペンダントがどのロボットに接続されているのか表示する要求が追加された。 ②ケーブルレス教示ペンダントが IEC 62745:2017 に準拠する要求が追加された。	安衛則：第 36 条 31 号 安衛則：第 36 条 32 号 安衛則：第 150 条の 3	安衛則：第 36 条 31 号、安衛則：第 150 条の 3：教示等の作業に関する特別教育に関係あり。 安衛則：第 36 条 32 号：検査等の作業に関する特別教育に関係あり。
43	5.2.9 Means of initiating automatic operation 自動運転を始動する手段	特筆すべき変更なし	—	—	
44	5.3 Safety functions 安全機能	特筆すべき変更なし	—	—	
45	5.3.1 General 一般	特筆すべき変更なし	—	—	

46	5.3.2 Functional safety standards 機能安全の規格	特筆すべき変更なし	—	—	
47	5.3.3 Performance 性能	変更あり	安全機能の性能について、クラスⅡ ロボットに対して、PFH が $4.43 \times 10^{-7}/h$ 未満であれば、カテゴリを問わない方法が追加された。	—	
48	5.3.4 Failure or fault detection 故障または障害の検知	特筆すべき変更なし	—	—	
49	5.3.5 Parametrization of safety functions 安全機能のパラメータ化	新規追加	安全機能のパラメータに関する要求が追加された。	安衛則：第 36 条 31 号 安衛則：第 36 条 32 号 安衛則：第 150 条の 3	安衛則：第 36 条 31 号、安衛則：第 150 条の 3：教示等の作業に関する特別教育に関係あり。 安衛則：第 36 条 32 号：検査等の作業に関する特別教育に関係あり。
50	5.3.6 Communications 通信	新規追加	安全機能においてデータ通信を使用する際の要求が追加された。	—	
51	5.3.7 Electromagnetic compatibility (EMC) 電磁両立性 (EMC)	変更あり	EMC の要求が安全関連部のみに限定する要求に変更された。	—	
52	5.4 Stopping functions 停止機能	特筆すべき変更なし	—	—	
53	5.4.1 General 一般	特筆すべき変更なし	—	—	
54	5.4.2 Emergency stop 非常停止	特筆すべき変更なし	—	—	
55	5.4.2.1 General 一般	特筆すべき変更なし	—	—	

56	5.4.2.2 Control station 制御ステーション	特筆すべき変更なし	—	—	
57	5.4.2.3 Emergency stop output 非常停止出力	特筆すべき変更なし	—	—	
58	5.4.3 Protective stop 保護停止（防護停止）	特筆すべき変更なし	—	—	
59	5.4.3.1 General 一般	特筆すべき変更なし	—	—	
60	5.4.3.2 Protective stop output 保護停止出力	特筆すべき変更なし	—	—	
61	5.4.4 Normal stop 通常停止	新規追加	停止機能に「保護停止」と「非常停止」に加えて、「通常停止」が追加された。	安衛則：第 36 条 31 号 安衛則：第 36 条 31 号 安衛則：第 36 条 32 号 安衛則：第 150 条の 3	安衛則：第 36 条 31 号、安衛則：第 150 条の 3：教示等の作業に関する特別教育に関係あり。 安衛則：第 36 条 32 号：検査等の作業に関する特別教育に関係あり。
62	5.5 Other safety functions 他の安全機能	特筆すべき変更なし	—	—	
63	5.5.1 Single-point-of-control 単一点制御（単一制御点）	特筆すべき変更なし	—	—	
64	5.5.2 Start/restart interlock and reset 起動/再起動インターロックおよびリセット	新規追加	起動/再起動インターロックとリセットに関する要求が追加された。	安衛則：第 36 条 31 号 安衛則：第 36 条 32 号 安衛則：	安衛則：第 36 条 31 号、安衛則：第 150 条の 3：教示等の作業に関する特別教育に関係あり。 安衛則：第 36

				第 150 条の 3	条 32 号：検査 等の作業に関する 特別教育に関係 あり。
67	5.5.3 Speed limit(s) monitoring 速度制限の監視	特筆す べき変 更なし	—	—	
68	5.5.3.1 Reduced-speed 低減速度	変更あ り	TCP のみではなく、露出部と補助 軸の速度も 250 mm/s 以下とする 要求が追加された。	—	
69	5.5.3.2 Monitored-speed 監視速度	変更あ り	安全機能である監視速度機能の 対象が TCP のみではなく、露出部 と補助軸も対象となった。	—	
70	5.5.4 Enabling function イネーブル機能	特筆す べき変 更なし	—	—	
71	5.5.4.1 General 一般	特筆す べき変 更なし	—	—	
72	5.5.4.2 Enabling device イネーブル装置	特筆す べき変 更なし	—	—	
73	5.5.4.3 Functionality 機能性	特筆す べき変 更なし	—	—	
74	5.5.5 Monitored-standstill 監視静止	特筆す べき変 更なし	—	—	
75	5.5.6 Stopping time limiting 停止時間制限	特筆す べき変 更なし	—	—	
76	5.5.7 Stopping distance limiting 停止距離制限	特筆す べき変 更なし	—	—	
77	5.6 Simultaneous motion 同時動作	特筆す べき変 更なし	—	—	

78	5.7 Limiting robot motion ロボット動作の制限	変更あり	①機械式ストッパ必須が廃止され、機械式／電気機械式／ソフトウェアのいずれかで制限を実施するよう変更された。 ②ロボットクラスによる動作制限に関する要求が追加された。	—	
84	5.8 Movement without drive power 駆動用動力なしの移動	特筆すべき変更なし	—	—	
85	5.9 Lasers and laser equipment レーザとレーザ装置	特筆すべき変更なし	—	—	
86	5.10 Capabilities for collaborative applications 協働アプリケーションのための能力	特筆すべき変更なし	—	—	
87	5.10.1 General 一般	特筆すべき変更なし	—	—	
88	5.10.2 Hand-guided control (HGC) ハンドガイド制御 (HGC)	変更あり	①HGC に求められる安全機能が追加された。 ②HGC 用の速度制限のルールが明確化された。 ③単一制御点・直接制御を HGC 時の必須条件として追加された。 ④ホールド・トゥ・ランの要求が追加された。 ⑤振動に関する要求が追加。試験は ISO 20643 に従うことを要求。	安衛則：第 36 条 31 号 安衛則：第 36 条 31 号 安衛則：第 36 条 32 号 安衛則：第 150 条の 3	安衛則：第 36 条 31 号、安衛則：第 150 条の 3：教示等の作業に関する特別教育に関係あり。 安衛則：第 36 条 32 号：検査等の作業に関する特別教育に関係あり。
89	5.10.3 Speed and separation monitoring (SSM) 速度および分離の監視 (SSM)	特筆すべき変更なし	—	—	
90	5.10.4 Power and force limiting (PFL) 動力および力の制限 (PFL)	変更あり	①安全機能による制限に関して制限値は調整可能であること要求として追加された。 ②制限値超過時において停止カテゴリ 2 の保護停止をした場合、安全機能のリセットが必要である要求が追加された。	安衛則：第 36 条 31 号 安衛則：第 36 条 32 号 安衛則：	安衛則：第 36 条 31 号、安衛則：第 150 条の 3：教示等の作業に関する特別教育に関係あり。 安衛則：第 36

			③監視速度、ソフトウェア式制限、監視停止も安全機能として必要である要求が追加された。	第 150 条の 3	条 32 号：検査等の作業に関する特別教育に関係あり。
91	—	特筆すべき変更なし	—	—	
92	6 Verification and validation 検証 および妥当性確認	特筆すべき変更なし	—	—	
93	6.1 General 一般	特筆すべき変更なし	—	—	
94	—	特筆すべき変更なし	—	—	
95	7 Information for use 使用上の情報	特筆すべき変更なし	—	—	
96	7.1 General 一般	特筆すべき変更なし	—	—	
97	7.2 Signals and warning devices 信号と警告装置	新規追加	信号と警告装置に関する要求が追加された。	—	
98	7.3 Marking マーキング	特筆すべき変更なし	—	—	
99	7.4 Signs (pictograms) and written warnings 標識（ピクトグラム）および警告文	特筆すべき変更なし	—	—	
100	7.5. Instruction handbook 取扱説明書	特筆すべき変更なし	—	—	
101	7.5.1 General 一般	新規追加	ISO 12100:2010 の 6.4.5 および ISO 20607:2019 に準拠した取扱説明書を提供することが明記された。	安衛法：第 28 条 第 150 条の 4	リスクアセスメントにおいて関係あり。

			電気機器の関連情報は IEC 60204-1:2016+AMD1:2021 の 17 項の要件に準拠することと明記された。		
102	7.5.2 Identification 識別	変更あり	ロボット自体にマーキングされたロボットの名称も必要であることが追記された。。	-	
103	7.5.3 Intended use 意図された使用	新規追加	意図された使用について追加された。	-	
104	7.5.4 Installation 設置	変更あり	設置に関する要求が明確化された。	-	
105	7.5.5 stopping 停止	変更あり	停止に関する要求が明確化された。	安衛則：第 36 条 31 号 安衛則：第 36 条 32 号 安衛則：第 150 条の 3	安衛則：第 36 条 31 号、安衛則：第 150 条の 3：教示等の作業に関する特別教育に関係あり。 安衛則：第 36 条 32 号：検査等の作業に関する特別教育に関係あり。
106	7.5.6 Commissioning and programming 試運転およびプログラミング	特筆すべき変更なし		-	
107	7.5.7 Operation and setting 運転および設定	特筆すべき変更なし		-	
108	7.5.8 Singularity 特異点	新規追加	特異点に関する要求が追加された。	-	
109	7.5.9 Hazardous energy 危険なエネルギー	変更あり	危険なエネルギーに関する要求が明確化された。	安衛法：第 28 条 第 150 条の 4	リスクアセスメントにおいて関係あり。
110	7.5.10 Movement without drive power 駆動用動力なしの動作	変更あり	駆動力なしの動作に関する要求が明確化された。	安衛則：第 151 条	教示等の作業を開始する前の点検および異常確認時の措置に影響する。

111	7.5.11 Cybersecurity サイバーセキュリティ	新規追加	サイバーセキュリティに関する要求が追加された。	安衛法： 第 28 条 第 150 条の 4	リスクアセスメントにおいて関係あり。
112	7.5.12 Functional safety 機能安全	特筆すべき変更なし	—	—	—
113	7.5.12.1 General 一般	変更あり	安全機能について、ISO 13849-1:2023 の 5.2.1.3 または IEC 62061:2021 の 10.3 に従って記述することが明記された。	—	—
114	7.5.12.2 Software and safety-related parameterization of software ソフトウェアおよびソフトウェアの安全関連パラメータ	特筆すべき変更なし	—	—	—
115	7.5.12.3 Response time of safety functions 安全機能の応答時間	特筆すべき変更なし	—	—	—
116	7.5.12.4 Stop functions 停止機能	特筆すべき変更なし	—	—	—
117	7.5.12.5 External inputs and outputs 外部入力および出力	特筆すべき変更なし	—	—	—
118	7.5.12.6 Operating modes 運転モード	特筆すべき変更なし	—	—	—
119	7.5.12.7 Enabling device(s) イネーブル装置	特筆すべき変更なし	—	—	—
120	7.5.12.8 Axis limiting 軸制限	特筆すべき変更なし	—	—	—
121	7.5.12.9 Position holding device(s) 位置保持装置	特筆すべき変更なし	—	—	—
122	7.5.13 Teach pendants 教示ペンダント	特筆すべき変更なし	—	—	—

123	7.5.14 Change or addition of component parts 構成部品の変更または追加	特筆すべき変更なし	—	—	
124	7.5.15 Standards 規格	特筆すべき変更なし	—	—	
125	7.5.16 Maintenance 保守	変更あり	保守に関する要求が明確化された。	安衛法：第 59 条 安衛則：第 36 条 31 号 安衛則：第 36 条 32 号 安衛則：第 150 条の 3	安衛法：第 59 条：労働者に対する業務に関する安全又は衛生教育に影響する。 安衛則：第 36 条 31 号、安衛則：第 150 条の 3：教示等の作業に関する特別教育に関係あり。 安衛則：第 36 条 32 号：検査等の作業に関する特別教育に関係あり。
126	7.5.17 Abnormal and emergency situations 異常および緊急事態	変更あり	異常および緊急事態に関する要求が明確化された。	安衛則：第 151 条	教示等の作業を開始する前の点検および異常確認時の措置に影響する。
127	7.5.18 Handling, lifting and transportation 取扱い、持上げおよび輸送	特筆すべき変更なし	—	—	

表C-(1)-5-4 要求事項整理(ISO10218-2)

No.	ISO10218-2:2025	旧版との差分	差分概要	安衛法、安衛則（関連箇条）	差分概要
1	4 Risk assessment リスクアセスメント	特筆すべき変更なし	—	—	
2	4.1 General 一般	特筆すべき変更なし	—	—	
3	4.2 Characteristics of robot applications and robot cells ロボットアプリケーションおよびロボットセルの特性	特筆すべき変更なし	—	—	
4	4.3 Characteristics of collaborative application 協働アプリケーションの特性	新規追加	協働アプリケーションの特徴が新規追加された。	安衛法：第 28 条 第 150 条の 4	リスクアセスメントにおいて関係あり。
5	5.1 General 一般	変更あり	ロボットアプリケーションに適用されるロボットは ISO 10218-1:2025 に適合したロボットを使用することが明記された。	—	
6	5.2 Design デザイン	特筆すべき変更なし	—	—	
7	5.2.1 General 一般	変更あり	機械・装置に付属する使用情報に基づいて設計を行うものとするが明記された。	—	
8	5.2.2 Materials, mechanical strength and mechanical design 材料、機械的強度および機械的設計	新規追加	材料、機械的強度、機械的設計に関する要求が追加された。	—	
9	5.2.3 Provisions for lifting or moving 持ち上げまたは移動の手段	新規追加	初期設置後の移動における持ち上げ、移動手段に関する要求が追加された。	安衛法：第 28 条 第 150 条の 4	リスクアセスメントにおいて関係あり。

10	5.2.4 Hazardous substances 危険な物質	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
11	5.2.5 Stability 安定性	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
12	5.2.6 Temperature and fire risks 温度および火災のリスク	新規 追加	ロボットアプリケーションのアクセス可能な表面温度が ISO 13732-1:2006 および ISO 13732-3:2005 に準拠する要求が追加された。	安衛法：第 28 条 第 150 条の 4	リスクアセスメントにおいて関係あり。
13	5.2.7 Special equipment 特別な装置	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
14	5.2.8 Position holding 位置保持	新規 追加	位置保持に関する要求が追加された。 (ISO 10218-1:2025 5.1.8 位置保持に準拠することを要求)	—	
15	5.2.9 Additional axis (axes) 追加軸	新規 追加	追加軸に関する要求が追加された。	—	
16	5.2.10 Power loss or change 動力の消失または変化	変更 あり	①動力の消失、変化の対象がエンドエフェクタのみから全コンポーネントになった。 ②動力の再始動がいかなる危険な動作または安全関連パラメータの変更を生じないことに関する要求が追加された。 ③予期しない起動は、ISO 14118:2017 に従う要求が追加された。	安衛則：第 151 条	教示等の作業を開始する前の点検および異常確認時の措置に影響する。
17	5.2.11 Component malfunction 構成部品の故障	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
18	5.2.12 Hazardous energy 危険なエネルギー	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
19	5.2.12.1 General 一般	特筆 すべき	—	—	

		変更 なし			
20	5.2.12.2 Isolation of sources (エネルギー) 源の隔離	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
21	5.2.13 Electrical, pneumatic and hydraulic parts 電気、空気圧、油圧の部品	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
22	5.2.14 Tool centre point (TCP) setting ツールセンタポイント (TCP) の 設定	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
23	5.2.15 Payload setting 負荷設定	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
24	5.2.16 Cybersecurity サイバーセキュリティ	新規 追加	サイバーセキュリティに関する要求が追加 された。	安衛法： 第 28 条 第 150 条 の 4	リスクアセスメント において関係あ り。
25	5.3 Robot cell integration ロボットセルのインテグレーション	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
26	5.3.1 General 一般	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
27	5.3.2 Span-of-control 制御範囲	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
28	5.3.3 Span-of control of emergency stop function 非常停止機能の制御範囲	特筆 すべき 変更 なし	—	—	

29	5.3.4 Operational modes with multi-robot applications or robot cells 複数ロボットアプリケーションまたはロボットセルの運転モード	特筆すべき変更なし	—	—	
30	5.3.5 Local control, remote control and single-point-of-control ローカル制御、リモート制御および単一点制御	新規追加	ローカル制御、リモート制御、単一点制御に関する要求が追加。	安衛則：第 36 条 31 号 安衛則：第 36 条 32 号 安衛則：第 150 条の 3	安衛則：第 36 条 31 号、安衛則：第 150 条の 3：教示等の作業に関する特別教育に関係あり。 安衛則：第 36 条 32 号：検査等の作業に関する特別教育に関係あり。
31	5.3.6 Automatic workpiece feeding 自動ワークピース供給	特筆すべき変更なし	—	—	
32	5.4 Layout レイアウト	変更あり	①オペレータ作業は安全防護空間“内”ではなく“外”から実施することを要求。内部での作業が必要な場合のアクセス経路の安全性（滑り・つまずき・落下）を詳細に要求するように変更された。 ②ワークステーションは、ISO 14738:2002、接近の開口部は ISO 15534-2:2000 に、全身アクセスの開口部は、ISO 15534-1:2000 に準拠する要求が追加された。	安衛法：第 28 条 第 150 条の 4	リスクアセスメントにおいて関係あり。
33	5.4.1 General 一般	変更あり	同上	安衛法：第 28 条 第 150 条の 4	リスクアセスメントにおいて関係あり。
34	5.4.2 Use and limits 使用と制限	特筆すべき変更なし	—	—	

35	5.4.3 Design デザイン	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
36	5.4.4 Design for collaborative applications 協働アプリケーションのデザイン	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
37	5.4.5 Prevention of trapping within the safeguarded space 安全防護空間内での捕捉の防 止	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
38	5.4.6 Establishing restricted spaces 制限空間の確立	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
39	5.4.7 Limiting motion 動作制限	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
40	5.4.7.1 General 一般	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
41	5.4.7.2 Mechanical limiting devices 機械的制限装置	変更 あり	①境界ガードを制限装置とする場合 ISO 14120:2015 に準拠する要求が追 加された。 ②変形が起こる可能性のあるガードの 使用を禁止する要求が追加された。	安衛法： 第 28 条 第 150 条 の 4	リスクアセスメント において関係あ り。
42	5.4.7.3 Non-mechanical limiting devices 非機械的制限装置	変更 あり	①非機械式制限装置は ISO 10218-1:2025 の 5.7.1 と、5.7.3 また は 5.7.4 に適合しなければならないこと が明記された。 ②ソフトウェアベースの制限安全機能を 有する場合は、ロボット製造業者の指 示に従い、アプリケーション用に安全機 能の設定を行う要求が追加された。	安衛法： 第 28 条 第 150 条 の 4	リスクアセスメント において関係あ り。
43	5.4.7.4 Dynamic limiting 動的制限	特筆 すべき	—	—	

		変更 なし			
44	5.5 Safety functions 安全機能	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
45	5.5.1 General 一般	変更 あり	選定されたロボットの安全機能は ISO 10218-1:2025 5.3 に準拠しなければならぬ要求が追加された。	—	
46	5.5.2 Functional safety standards 機能安全の規格	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
47	5.5.3 Performance 性能	変更 あり	安全機能の性能について、PFH が $4.43 \times 10^{-7}/h$ 未満であれば、カテゴリを問わない方法が追加された。	—	
48	5.5.4 Failure or fault detection 故障または障害の検知	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
49	5.5.5 Parameterization of safety functions 安全機能のパラメータ化	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
50	5.5.6 Speed limit(s) monitoring 速度制限監視	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
51	5.5.6.1 Reduced-speed 低減速度	変更 あり	TCP のみではなく、露出部と補助軸の速度も 250 mm/s 以下とする要求が追加された。	—	
52	5.5.6.2 Monitored-speed 監視速度	特筆 すべき 変更 なし	—	—	

53	5.5.7 Start/restart interlock and reset 起動/再起動インターロックおよびリセット	変更あり	①ISO 13849-1:2023 の 5.2.2.4 (Restart function) に適合する要求が追加された。 ②自動的な起動/再起動を防止しなければならない事象が明記された。 ③ISO 13849-1:2023 の 5.2.2.3 (Manual reset function) に適合する要求が追加された。	安衛則：第 36 条 31 号 安衛則：第 36 条 32 号 安衛則：第 150 条の 3	安衛則：第 36 条 31 号、安衛則：第 150 条の 3：教示等の作業に関する特別教育に関係あり。 安衛則：第 36 条 32 号：検査等の作業に関する特別教育に関係あり。
54	5.5.8 Monitored-standstill 監視静止	変更あり	①停止位置を 5.5.3 に従って監視および維持する要求が追加された。 ②意図しない動作は、停止カテゴリ 0 または 1 とする読旧が追加された。	安衛則：第 36 条 31 号 安衛則：第 36 条 32 号 安衛則：第 150 条の 3	安衛則：第 36 条 31 号、安衛則：第 150 条の 3：教示等の作業に関する特別教育に関係あり。 安衛則：第 36 条 32 号：検査等の作業に関する特別教育に関係あり。
55	5.5.9 Communications 通信	新規追加	安全機能においてデータ通信を使用する際の要求が追加された。	—	
56	5.5.10 Electromagnetic requirements 電磁的要求事項	変更あり	安全関連制御システムは、IEC 61000-6-7:2014 の要求事項を満たさなければならないことが明記された。	—	
57	5.6 Stopping 停止	変更あり	停止機能に「保護停止」と「非常停止」に加えて、「通常停止」が追加された。	安衛則：第 36 条 31 号 安衛則：第 36 条 32 号 安衛則：第 150 条の 3	安衛則：第 36 条 31 号、安衛則：第 150 条の 3：教示等の作業に関する特別教育に関係あり。 安衛則：第 36 条 32 号：検査等の作業に関する特別教育に関係あり。

					る特別教育に関 係あり。
58	5.7 Control functions 制御機能	特筆 すべき 変更 なし		—	
59	5.7.1 General 一般	新規 追加	制御機能は IEC 60204- 1:2016+AMD1:2021 の要件と ISO 10218-1:2025 の要件に準拠することが 記載された。	—	
60	5.7.2 Mode モード	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
61	5.7.2.1 General 一般	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
62	5.7.2.2 Automatic 自動	変更 あり	①ロボットアプリケーションおよびロボット セルに自動モードが必須であると明記さ れた。 ②自動モードから他のモードへの変更は 保護停止しなければならないと明記され た。	安衛則：第 36 条 31 号 安衛則：第 36 条 32 号 安衛則：第 150 条 の 3	安衛則：第 36 条 31 号、安衛 則：第 150 条の 3：教示等の作 業に関する特別 教育に関係あ り。 安衛則：第 36 条 32 号：検査 等の作業に関す る特別教育に関 係あり。
63	5.7.2.3 Manual 手動	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
64	5.7.2.3.1 General 一般	変更 あり	手動モードが必須の要求となった。	安衛則：第 36 条 31 号 安衛則：	安衛則：第 36 条 31 号、安衛 則：第 150 条の 3：教示等の作

				第 36 条 32 号 安衛則： 第 150 条 の 3	業に関する特別 教育に関係あ り。 安衛則：第 36 条 32 号：検査 等の作業に関す る特別教育に関 係あり。
65	5.7.2.3.2 Reduced-speed 低減速度	変更 あり	①クラス I ロボットの、ジョギング、ティーチ ング、プログラミング、およびプログラム検 証が危険な状態を引き起こさない場合 を除き、低速手動モードが必須と明記さ れた。 ②安全防護空間内でのロボットアプリ ケーション/ロボットセル動作は、教示ペン ダント必須と明記された。 ③動作開始に別途の意図的な手動操 作が必要と明記された。	安衛則： 第 36 条 31 号 安衛則： 第 36 条 32 号 安衛則： 第 150 条 の 3	安衛則：第 36 条 31 号、安衛 則：第 150 条の 3：教示等の作 業に関する特別 教育に関係あ り。 安衛則：第 36 条 32 号：検査 等の作業に関す る特別教育に関 係あり。
66	5.7.2.3.3 High-speed 高速度	変更 あり	ISO 10218-1:2025 の 5.2.7.2.3 (High-speed) に準拠することが明記 された。	—	
67	5.7.2.4 Operating mode(s) and active protective devices and safety functions 運転モード、並びに有効な保護 機器および安全機能	新規 追加	ガードの移動/取り外し、保護装置を無 効にして運転する場合の適切な運転 モードを提供に関する要求を追加。	安衛則： 第 36 条 32 号 第 150 条 の 5	安衛則：第 36 条：検査等の作 業に関する特別 教育に関係あ り。 第 150 条の 5： 検査・修理・調整 (教示外)・掃除等 で運転を停止す るときの措置に関 係あり。

68	5.7.2.5 Selection, activation and change of the operating mode 運転モードの選択、作動および変更	変更あり	①モード選択手段（キースイッチ・タッチ画面など）は、機能安全要求に適合する必要はないことが明記された。 ②モード選択は「意図的な手動操作」が必要であることが明記された。 ③不正または不注意によるモード選択の防止について追記された。 ④モードの有効化により安全機能への影響がある際の要求の追加。 ⑤モードの選択/作動が安全機能の場合、13849-1:2023 の 5.2.2.9 (Requirements for operating mode selection) に適合する要求を追加。	安衛則：第 36 条 31 号 安衛則：第 36 条 32 号 安衛則：第 150 条の 3	安衛則：第 36 条 31 号、安衛則：第 150 条の 3：教示等の作業に関する特別教育に関係あり。 安衛則：第 36 条 32 号：検査等の作業に関する特別教育に関係あり。
69	5.7.3 Protection from unexpected start-up 予期しない起動からの保護	変更あり	ISO 14118:2017 に適合する要求が追加された。	安衛則：第 151 条	教示等の作業を開始する前の点検および異常確認時の措置に影響する。
70	5.7.4 Status indication and warning devices 状態表示および警告装置	新規追加	状態表示や警告装置に関する要求が追加された。	安衛則：第 151 条	教示等の作業を開始する前の点検および異常確認時の措置に影響する。
71	5.7.5 Single-point-of-control 単一点制御（単一制御点）	特筆すべき変更なし	—	—	—
72	5.7.6 Local and remote control ローカルおよびリモート制御	特筆すべき変更なし	—	—	—
73	5.7.6.1 General 一般	特筆すべき変更なし	—	—	—

74	5.7.6.2 Local control ローカル制御	変更あり	①ローカル制御が提供される場合、ISO 13849-1:2023 の 5.2.2.5 (Local control function) に適合する要求が追加。 ②ローカル制御中は 単一制御ソースのみであることが明記された。 ③ロボットは ISO 10218-1:2025 の 5.2.9 (Means of initiating automatic operation) 、ロボットアプリケーションは、5.7.8 (Control stations) に適合する要求が追加された。 ④ローカル制御が教示ペンダントによって提供される場合の要求が追加された。 ⑤教示ペンダントがない場合の要求が追加された。 ⑥リモート制御が有効であることを表示する要求が追加された。 ⑦安全防護空間内でのローカル制御解除する際は安全防護空間の外側から別途確認が必要である要求が追加。	安衛則：第 36 条 31 号 安衛則：第 150 条の 3 安衛則：第 36 条 31 号 安衛則：第 36 条 32 号 安衛則：第 150 条の 3	安衛則：第 36 条 31 号、安衛則：第 150 条の 3：教示等の作業に関する特別教育に関係あり。 安衛則：第 36 条 32 号：検査等の作業に関する特別教育に関係あり。
75	5.7.6.3 Remote control リモート制御	変更あり	①リモート制御が提供される場合、ISO 13849-1:2023 の 5.2.4 (Remote access) に適合する要求が追加された。 ②リモート制御の開始はローカル制御からの確認に関する要求と、リモート側からセルを遮るものなく視認可能な手段（例：ビデオ）を提供して確認する要求が追加。 ③手動モードの遠隔制御は 5.7.2.3 に準拠する要求が追加された。 ④危険源に関する制御・値変更は単一制御点のみでリセット可。 ⑤遠隔制御はローカル制御をオーバーライド禁止 ⑥遠隔制御に不要な装置は安全状態とする要求が追加。 ⑦遠隔制御専用の安全防護要求を追加。	安衛則：第 36 条 31 号 安衛則：第 36 条 31 号 安衛則：第 36 条 32 号 安衛則：第 150 条の 3	安衛則：第 36 条 31 号、安衛則：第 150 条の 3：教示等の作業に関する特別教育に関係あり。 安衛則：第 36 条 32 号：検査等の作業に関する特別教育に関係あり。

			⑧安全関連パラメータの遠隔変更に関する要求が追加。 ⑨遠隔操作中のローカル制御表示の要求が追加。 ⑩遠隔制御によるモード変更の有効化の要求が追加。		
76	5.7.7 Enabling devices イネーブル装置	特筆 すべき 変更 なし	-	-	
77	5.7.8 Control stations 制御ステーション	特筆 すべき 変更 なし	-	-	
78	5.7.8.1 General 一般	特筆 すべき 変更 なし	-	-	
79	5.7.8.2 Location 配置	特筆 すべき 変更 なし	-	-	
80	5.7.8.3 Pendants and teach pendants ペンダントおよび教示ペンダント	特筆 すべき 変更 なし	-	-	
81	5.7.8.4 Cableless or detachable pendants ケーブルレス・着脱式ペンダント	特筆 すべき 変更 なし	-	-	
82	5.7.9 Simultaneous motion 同時動作	特筆 すべき	-	-	

		変更 なし			
83	5.8 Safeguards and their use 安全防護およびそれらの使用	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
84	5.8.1 General 一般	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
85	5.8.2 Establishing a safeguarded space 安全防護空間の確立	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
86	5.8.3 Perimeter safeguarding 周囲の安全防護	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
87	5.8.4 Overriding of protective devices 保護装置の無効化	新規 追加	保護装置の無効化に関する要求が追加された。	—	
88	5.8.5 Guards ガード	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
89	5.8.5.1 General 一般	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
90	5.8.5.2 Minimum distances 最小距離	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
91	5.8.5.3 Interlocked movable guards インタロック式可動ガード	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
92	5.8.5.4 Interlocked movable guard with guard locking	特筆 すべき	—	—	

	ガードロック付インタロック式可動 ガード	変更 なし			
93	5.8.6 Sensitive protective equipment 検知保護装置	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
94	5.8.6.1 General 一般	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
95	5.8.6.2 SPE used to initiate a protective stop 保護停止の起動に使用される SPE	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
96	5.8.6.3 SPE used for presence sensing 存在検知に使用される SPE	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
97	5.8.6.4 Blanking ブランキング	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
98	5.8.7 Muting ミュートイング	変更 あり	IEC 62046:2018 に適合の要求が追加 された。	—	
99	5.8.8 Overriding of SPE SPE の無効化	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
100	5.8.9 Minimum distances 最小距離	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
101	5.8.9.1 For use as a trip function (initiate a stop) トリップ機能として使用（停止の 開始）	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
102	5.8.9.2 For presence-sensing (continuous detection) 存在検知（連続的検出）	特筆 すべき	—	—	

		変更なし			
103	5.8.9.3 For protection due to a lack of clearance クリアランス不足による保護	特筆すべき変更なし	—	—	
104	5.8.10 Safeguarding to protect from unexpected restart 予期しない再起動から保護する安全防護	特筆すべき変更なし	—	—	
105	5.9 End-effectors エンドエフェクタ	特筆すべき変更なし	—	—	
106	5.9.1 General 一般	変更あり	①エンドエフェクタが“安全機能の一部”として扱う要求が追加。 ②動力無しで挟まれた人体部分を手動解放できることを要求として追加。 ③位置情報と連動する“不注意解放防止”安全機能の要求が追加された。 ④ 作業者近接時の力制限・PFL 適合・挟まれ排除対策の体系化 ⑤ エンドエフェクタの安全機能が PL/SIL（5.5、附属書 C）に従う義務化 ⑥ 動的負荷（加減速力）まで含めた適合義務 ⑦ ツール脱落の“安全条件でのみ放出”という新しい明確ルール ⑧ 期待寿命全体で耐力を持つ構造設計の明文化 ⑨ ロボット無通電時の エンドエフェクタ個別電力供給の安全要求（保全対応） ⑩ エネルギー喪失／回復時の危険防止義務（落下・射出防止）	安衛法：第 28 条 第 150 条の 4	リスクアセスメントにおいて関係あり。

107	5.9.2 Risk reduction measures リスク低減の方策	新規追加	ISO/TR 20218-1:2018 の 5.2 (Risk reduction measures) の内容が収録された。	安衛法：第 28 条 第 150 条の 4	リスクアセスメントにおいて関係あり。
108	5.9.3 Shape and surfaces 形状および表面	新規追加	ISO/TR 20218-1:2018 の 5.2.1 (Shape and surfaces) の内容が収録された。	安衛法：第 28 条 第 150 条の 4	リスクアセスメントにおいて関係あり。
109	5.9.4 Protective devices and/or safety functions 保護装置および/または安全機能	新規追加	ISO/TR 20218-1:2018 の 5.2.2 (Protective devices and safety-related functions) の内容が収録された。	安衛法：第 28 条 第 150 条の 4	リスクアセスメントにおいて関係あり。
110	5.9.5 End-effectors and robot application design エンドエフェクタおよびロボットアプリケーションのデザイン	新規追加	ISO/TR 20218-1:2018 の 5.2.2 (Protective devices and safety-related functions) の内容が収録された。	安衛法：第 28 条 第 150 条の 4	リスクアセスメントにおいて関係あり。
111	5.9.6 End-effectors exchange systems エンドエフェクタ交換システム	新規追加	ISO/TR 20218-1:2018 の 5.7 (Shape End-effectors exchange systems (tool changers)) の内容が収録された。	安衛法：第 28 条 第 150 条の 4	リスクアセスメントにおいて関係あり。
112	5.10 Vertical transfer components 垂直移動コンポーネント	新規追加	垂直移動コンポーネントに関する要求が新規追加された。	—	
113	5.11 Lasers and laser equipment レーザおよびレーザ装置	新規追加	レーザ機器使用時の要求が新規追加された。	—	
114	5.12 Material handling, manual load/unload stations and material flow 材料の取り扱い、手動ロード・アンロードステーションおよび材料の流れ	特筆すべき変更なし	—	—	
115	5.12.1 Material handling 材料の取り扱い	特筆すべき変更なし	—	—	
116	5.12.2 Manual load/unload stations and other manual stations 手動ロード/アンロードステーションおよび他の材料ステーション	特筆すべき変更なし	—	—	

117	5.12.2.1 General 一般	変更 あり	① 手動ステーション操作での潰れ／巻込／せん断の排除を明確に義務化 ② 隙間・開口寸法を 5.8.5.2 に統一 ③ 高さ 1400mm 以下では追加保護対策を必須化 ④ 人とロボットが“同一空間アクセスで同時入場不可”の場合の安全方式（停止カテゴリ 2 + 監視停止）に関する要求が追加された。 ⑤ 保護装置の要求として、人からロボット／ロボットから人の双方向の保護に関する要求が追加された。	安衛法：第 28 条 第 150 条の 4	リスクアセスメントにおいて関係あり。
118	5.12.2.2 Moving manual stations 可動式手動ステーション	特筆すべき 変更なし	—	—	
119	5.12.2.3 Manual stations inside the safeguarded space 安全防護空間内側の手動ステーション	変更 あり	① 存在検知領域の危険区域全体を含む要求が追加。 ② 存在検知不可時は保護停止と再起動インターロックを求める要求が追加。 ③ インターロックの誤リセット防止措置が必須要求となった。 ④ 手動リセットは“空間全域が視認可能”な配置が必須となった。 ⑤ ロボット側の侵入防止に関する要求が追加。	安衛法：第 28 条 第 150 条の 4	リスクアセスメントにおいて関係あり。
120	5.12.3 Material flow 材料フロー	特筆すべき 変更なし	—	—	
121	5.13 Adjacent robot cells 隣接するロボットセル	特筆すべき 変更なし	—	—	
122	5.14 Collaborative applications 協働アプリケーション	特筆すべき 変更なし	—	—	

123	5.14.1 General 一般	変更 あり	① 準静的／過渡的接触モデルに基づく保護義務が新設 ② 頭・顔などの敏感な身体部位への“接触禁止”が明文化された。 ③ 協働タスクの“実行可能タイミングの視覚表示”に関する要求が追加。 ④ 1人以上の作業者が安全防護空間に入ると安全機能全作動が必須とする要求が追加。 ⑤ 協働用ロボットは ISO 10218-1:2025 5.10 に適合必須の要求が追加。 ⑥ 質量低減（軽量設計）の義務化 ⑦ ISO/TS15066 の内容が取り込まれた。 ⑧ 挟まれ時に作業者が脱出できる手段に関する要求が追加された。	安衛法： 第 28 条 第 150 条 の 4	リスクアセスメント において関係あり。
124	5.14.2 Safeguarded spaces 安全防護空間	変更 あり	①危険接触防止・クリアランス防止をロボット制御の義務として規定された。 ②協調／同期動作（ライントラッキング等）への考慮について明記された。	安衛法： 第 28 条 第 150 条 の 4	リスクアセスメント において関係あり。
125	5.14.3 Transitions 移行	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
126	5.14.4 Hand-guided control (HGC) ハンドガイド制御	特筆 すべき 変更 なし	—	—	

127	5.14.4.1 General 一般	変更 あり	① HGC に監視速度（5.5.6.2）、停止カテゴリ 2 の保護停止、監視静止（5.5.8）の 3 要素安全機能が必須であることが追記された。 ② ハンドガイド制御（HGC）は、ISO 10218-1:2025 5.10.2 に準拠することが追加された。 ③ HGC 解放時の挙動が追記された。 ④ HGC 操作時の危険区域の視認性が必須とする要求が追加された。 ⑤ 操作者の挟まれ・圧迫・鋭利エッジ接触防止の設計義務が追加 ⑥ 3P イネーブル装置を HTR の代替として使用を許容する要求が追加された。 ⑦ 動作範囲制限について“ソフトウェア安全制限機能”の要求が追加された。	安衛則：第 36 条 31 号 安衛則：第 36 条 31 号 安衛則：第 36 条 32 号 安衛則：第 150 条の 3	安衛則：第 36 条 31 号、安衛則：第 150 条の 3：教示等の作業に関する特別教育に関係あり。 安衛則：第 36 条 32 号：検査等の作業に関する特別教育に関係あり。
128	5.14.4.2 Location or positioning of HGC HGC の配置または位置	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
129	5.14.5 Speed and separation monitoring (SSM) 速度および分離の監視 (SSM)	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
130	5.14.5.1 General 一般	変更 あり	① 安全防護空間内の一人ではなく全ての人に適用することが明記された。 ② ISO/TS 15066:2016 の 5.5.4（速度と間隔の監視）を収録 ③ 附属書 L + ISO13855 + IEC62046 の 3 規格準拠が要求として追加。	安衛則：第 36 条 31 号 安衛則：第 36 条 32 号 安衛則：第 150 条の 3	安衛則：第 36 条 31 号、安衛則：第 150 条の 3：教示等の作業に関する特別教育に関係あり。 安衛則：第 36 条 32 号：検査等の作業に関する特別教育に関係あり。

131	5.14.5.2 Enabling SSM SSM の有効化	特筆 すべき 変更 なし	-	-	
132	5.14.5.3 Separation distance 分離距離	特筆 すべき 変更 なし	-	-	
133	5.14.6 Power and force limiting (PFL) 力および動力の制限 (PFL)	特筆 すべき 変更 なし	-	-	
134	5.14.6.1 General 一般	変更 あり	①ISO/TS 15066:2016 の 5.5.5 (動力及び力の制限) を収録 ②ISO 10218-1:2025 の 5.10.4 (Power and force limiting (PFL)) に適合したロボットの使用が要求として追加。 ③制限値については、ISO/TS 15066:2016 の附属書 A を収録 ④計測については、RIA TR R15.806-2018 を収録	安衛則：第 36 条 31 号 安衛則：第 36 条 32 号 安衛則：第 150 条の 3	安衛則：第 36 条 31 号、安衛則：第 150 条の 3：教示等の作業に関する特別教育に関係あり。 安衛則：第 36 条 32 号：検査等の作業に関する特別教育に関係あり。
135	5.14.6.2 Contact situations 接触の状態	特筆 すべき 変更 なし	-	-	
136	5.14.6.3 Risk reduction of contact events 接触事象のリスク低減	変更 あり	①ISO/TS 15066:2016 の 5.5.5.3 (Risk reduction for potential contact between robot and operator) を収録 ②顔・頭部・喉頭など敏感部位は接触禁止が明記された。 ③身体の敏感な部分との予見可能な接触の回避について追加された。 ④意図的でない、または合理的に予見可能な誤使用によるこれらの敏感な身体部分との接触のリスクを低減する要求が追加。	安衛法：第 28 条 第 150 条の 4	リスクアセスメントにおいて関係あり。

137	5.15 Assembly, installation and commissioning 組立、設置およびコミッショニング	特筆 すべき 変更 なし	-	-	
138	5.15.1 Commissioning of robot applications ロボットアプリケーションのコミッショニング	特筆 すべき 変更 なし	-	-	
139	5.15.1.1 General 一般	特筆 すべき 変更 なし	-	-	
140	5.15.1.2 Selection of interim safeguards 暫定的な安全防護物の選択	特筆 すべき 変更 なし	-	-	
141	5.15.1.3 Initial start-up procedure 最初の起動手順	特筆 すべき 変更 なし	-	-	
142	5.15.2 Environmental conditions 環境条件	特筆 すべき 変更 なし	-	-	
143	5.15.3 Power 動力	特筆 すべき 変更 なし	-	-	
144	5.15.4 Lighting 照明	変更 あり	①作業場の照明要件として、屋内では ISO 8995-1:2002、屋外では ISO/CIE 8995-3:2018 を適用する要求が追加された。※ISO 8995-1 について、現有効規格は 2025 年版。 ②頻繁な検査・調整・保守が必要な場所には“500 ルクス以上”の追加照明の要求が追加。	安衛法：第 28 条 第 150 条の 4	リスクアセスメントにおいて関係あり。
145	5.15.5 Labelling ラベリング	新規 追加	ラベリングに関する要求が新規追加された。	安衛法：第 28 条	リスクアセスメントにおいて関係あり。

				第 150 条 の 4	
146	5.16 Maintenance 保全	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
147	5.16.1 General 一般	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
148	5.16.2 Movement without drive power 駆動用動力なしの動作	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
149	6.2 Verification and validation methods 検証および妥当性確認の方法	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
150	6.3.2 Safety function parameter settings 安全機能パラメータ設定	新規 追加	安全機能パラメータ設定に対しての検証の要求が追加された。	安衛則：第 36 条 31 号 安衛則：第 36 条 32 号 安衛則：第 150 条の 3	安衛則：第 36 条 31 号、安衛則：第 150 条の 3：教示等の作業に関する特別教育に関係あり。 安衛則：第 36 条 32 号：検査等の作業に関する特別教育に関係あり。
151	6.3.3 Biomechanical limits 生体力学的制限	新規 追加	生体力学的制限に関する検証の要求が追加された。	—	
152	6.4 Complementary protective measures 補足的な保護方策	新規 追加	補足的な保護方策への検証の要求が追加された。	安衛則：第 36 条 31 号 安衛則：第 36 条 32 号 安衛則：	安衛則：第 36 条 31 号、安衛則：第 150 条の 3：教示等の作業に関する特別教育に関係あり。

				第 150 条 の 3	安衛則：第 36 条 32 号：検査 等の作業に關す る特別教育に關 係あり。
153	7 Information for use 使用上の情報	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
154	7.1 General 一般	変更 あり	①使用上の情報は、ISO 12100:2010 6.4 に準拠することが明記された。 ②使用上の情報は、以下の要件に準拠することが明記された。 — ISO 4413:2010 第 7 項（油圧システムの場合） — ISO 4414:2010 第 7 項（空気圧システムの場合） — IEC 60204-1:2016+AMD1:2021 第 16 項および第 17 項 ③設置国の国内法および ISO 20607:2019 の 6.2 に従った言語で使用上の情報を提供する要求が追加された。	—	
155	7.2 Signals and warning devices 信号および警告装置	新規 追加	信号および警告装置に関する要求が追加された。	—	
156	7.3 Marking マーキング	変更 あり	①以下の情報を表示が明記された。 ・ロボットアプリケーションの固有情報 ・電気/油圧/空圧システムの供給データ ・輸送および設置のための持ち上げポイント ② IEC 60204-1:2016+AMD1:2021 の箇条 16、ISO 4413:2010 の 7.4 および ISO 4414:2010 の 7.4 に適合する要求が追加。	安衛則：第 36 条 31 号 安衛則：第 36 条 32 号 安衛則：第 150 条の 3	安衛則：第 36 条 31 号、安衛則：第 150 条の 3：教示等の作業に関する特別教育に關係あり。 安衛則：第 36 条 32 号：検査等の作業に關する特別教育に關係あり。

157	7.4 Signs (pictograms) and written warnings 標識（ピクトグラム）および警告書	新規追加	標識（ピクトグラム）と警告書に関する要求が追加された。	安衛則：第 36 条 31 号 安衛則：第 36 条 32 号 安衛則：第 150 条 の 3	安衛則：第 36 条 31 号、安衛則：第 150 条 の 3：教示等の作業に関する特別教育に関係あり。 安衛則：第 36 条 32 号：検査等の作業に関する特別教育に関係あり。
158	7.5 Instruction handbook 取扱説明書	特筆すべき変更なし	—	—	
159	7.5.1 General 一般	変更あり	①取扱説明書が ISO 12100:2010 6.4.5 と ISO 20607:2019 に適合する要求が追加。 ②電気機器に関連する説明書は IEC 60204-1:2016+AMD1:2021 第 17 項に適合するよう明記された。	—	
160	7.5.2 Identification 識別	新規追加	識別に関する要求が追加された。	—	
161	7.5.3 Intended use 意図された使用	新規追加	意図された使用に関する要求が追加された。	—	
162	7.5.4 Transport, handling and lifting 輸送、取り扱いおよび持ち上げ	特筆すべき変更なし	—	—	
163	7.5.5 Installation 設置	特筆すべき変更なし	—	—	
164	7.5.6 Commissioning and programming コミッショニングおよびプログラミング	特筆すべき変更なし	—	—	

165	7.5.7 Abnormal and emergency situations 異常および緊急状態	変更あり	異常事態および緊急事態の情報が明確化された。	安衛則：第 151 条	教示等の作業を開始する前の点検および異常確認時の措置に影響する。
166	7.5.8 Settings and operation 設定および操作	新規追加	設定および操作に関する要求が追加された。	安衛則：第 36 条 31 号 安衛則：第 36 条 32 号 安衛則：第 150 条の 3	安衛則：第 36 条 31 号、安衛則：第 150 条の 3：教示等の作業に関する特別教育に関係あり。 安衛則：第 36 条 32 号：検査等の作業に関する特別教育に関係あり。
167	7.5.9 Maintenance 保守	変更あり	①保守作業の教育要件が正式に文書化対象とする要求が追加。 ②安全上必要な“検査内容・頻度”を具体的に記載する要求が追加。 ③修理・変更後の安全機能パラメータの再設定・妥当性確認に関する要求が追加。	安衛法：第 59 条 安衛則：第 36 条 31 号 安衛則：第 36 条 32 号 安衛則：第 150 条の 3	安衛法：第 59 条：労働者に対する業務に関する安全又は衛生教育に影響する。 安衛則：第 36 条 31 号、安衛則：第 150 条の 3：教示等の作業に関する特別教育に関係あり。 安衛則：第 36 条 32 号：検査等の作業に関する特別教育に関係あり。
168	7.5.10 Decommissioning 廃止	特筆すべき変更なし	—	—	—

169	7.5.11 Remote interventions リモート介入	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
170	7.5.12 Hazardous energy 危険なエネルギー	新規 追加	危険なエネルギーに関する要求が追加された。	安衛法： 第 28 条 第 150 条 の 4	リスクアセスメント において関係あり。
171	7.5.13 Limiting devices and restricted space 制限装置および制限空間	新規 追加	制限装置および制限空間に関する要求が追加された。	安衛法： 第 28 条 第 150 条 の 4	リスクアセスメント において関係あり。
172	7.5.14 Movement without drive power 駆動動力無しの動作	新規 追加	駆動動力無しの動作に関する要求が追加された。	安衛法： 第 28 条 第 150 条 の 4	リスクアセスメント において関係あり。
173	7.5.15 Control station(s) 制御ステーション	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
174	7.5.16 Functional safety 安全機能	新規 追加	安全機能に関する要求が追加された。	安衛法： 第 28 条 第 150 条 の 4	リスクアセスメント において関係あり。
175	7.5.16.1 General 一般	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
176	7.5.16.2 Safety-related parametrization of software ソフトウェアの安全関連パラメータ 化	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
177	7.5.16.3 Response time of safety functions 安全機能の応答時間	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
178	7.5.16.4 Stop functions including emergency stop 非常停止を含む停止機能	特筆 すべき	—	—	

		変更 なし			
179	7.5.16.5 Speed limiting safety functions 速度制限安全機能	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
180	7.5.17 Operating modes 運転モード	新規 追加	運転モードに関する要求が追加された。	安衛則：第 36 条 31 号 安衛則：第 36 条 32 号 安衛則：第 150 条 の 3	安衛則：第 36 条 31 号、安衛則：第 150 条 の 3：教示等の作業に関する特別教育に関係あり。 安衛則：第 36 条 32 号：検査等の作業に関する特別教育に関係あり。
181	7.5.18 Enabling devices イネーブル装置	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
182	7.5.19 Vibration 振動	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
183	7.5.20 End-effector(s) エンドエフェクタ	新規 追加	エンドエフェクタに関する要求が追加された。	安衛法：第 28 条 第 150 条 の 4	リスクアセスメントにおいて関係あり。
184	7.5.21 Manual load/ unload stations 手動ロード/アンロードステーション	特筆 すべき 変更 なし	—	—	
185	7.5.22 Collaborative applications 協働アプリケーション	特筆 すべき 変更 なし	—	—	

186	7.5.22.1 General 一般	新規 追加	協働アプリケーションに関する要求が追加された。	安衛法： 第 28 条 第 150 条 の 4	リスクアセスメント において関係あり。
187	7.5.22.2 SSM applications SSM アプリケーション	新規 追加	SSM アプリケーションに関する要求が追加された。	安衛法： 第 28 条 第 150 条 の 4	リスクアセスメント において関係あり。
188	7.5.22.3 Power and force limiting applications 動力および力の制限アプリケーション	新規 追加	動力および力の制限アプリケーションに関する要求が追加された。	安衛法： 第 28 条 第 150 条 の 4	リスクアセスメント において関係あり。
189	7.5.23 Cybersecurity サイバーセキュリティ	新規 追加	サイバーセキュリティに関する要求が追加された。	安衛法： 第 28 条 第 150 条 の 4	リスクアセスメント において関係あり。

表C-(1)-5-5 要求事項整理(ISO13849-1)

本表は ISO 13849-1:2023 と ISO 13849-1:2015 の要求事項整理である。ISO 13849-1 は、機械類の安全機能を実行する制御システムの安全関連部(SRP/CS)について、設計、評価、検証および妥当性確認の方法論を示す Type-B1 規格であり、産業用ロボット又は協働アプリケーション固有の安全機能や要求 PL_r を直接指定するものではない。個別アプリケーションの安全機能及び PL_r は、Type-C 規格又はリスクアセスメントに基づき決定される。

No.	ISO 13849-1:2023 項番	ISO 13849-1:2023_タイトル	旧版との差分	ISO 13849-1:2015(旧版)	差分概要
1	4	概要	4.1 Risk assessment and risk reduction process at the machine 4.2 Contribution to the risk reduction 4.3 Design process of an SRP/CS 4.4 Methodology 4.5 Required information 4.6 Safety function realization by using subsystems	4.1 Safety objectives in design 4.2 Strategy for risk reduction 4.3 Determination of required PL _r 4.4 Design of SRP/CS 4.5 Evaluation of PL & SIL 4.6 Software safety requirements 4.7 Verification that $PL \geq PL_r$ 4.8 Ergonomic aspects	設計・開発プロセスに沿って全体を再編。
2	4.1	機械におけるリスクアセスメントとリスク低減プロセス	再構成／明確化	4.1 項に記載されていた。	2023 年版では、ISO 12100 に基づく機械のリスクアセスメント及びリスク低減プロセスの中で SRP/CS を位置付け、SRP/CS の設計プロセス、方法論、必要情報、安全機能のサブシステムによる実現を 4 章として整理した。2015 年版にも関連概念は存在するが、2023 年版では設計・開発プロセスに沿った章構成として再整理されている。
3	4.2	リスク低減への寄与	再構成／明確化	4.2.2 項に記載されていた。	
4	4.3	SRP/CS の設計プロセス	再構成／明確化	4.2.2 項に記載されていた。	
5	4.4	方法論	再構成／明確化	各要求事項の章でフォローされている。	
6	4.5	必要な情報	再構成／明確化	明示はないが、 4.1 設計における安全性の目標 4.3 要求パフォーマンスレベル PL _r の決定 5.1 安全機能仕様	

					要求事項達成のために必要となる文書である。
7	4.6	サブシステムによる安全機能の実現	再構成／明確化		サブシステムの概念としては「入力／論理／出力」「チャンネル」「SRP/CS の組合せ」で表現されていた。
8	5	安全機能の仕様	変更	5 章、表 8・9 に安全機能の特性を列挙していた。	安全要求仕様に関する要求に加え、文書化要求が明確化された。 5 章の拡充で SRS 作成手順を明確化： 1. 安全機能の一般記述 2. 詳細要求 3. PLr の決定 4. SRS レビュー（設計開始前に実施） ・SRS に含めるべき項目を詳細化： 反応時間 運転モード 安全機能の優先順位 電源喪失時の挙動 再起動条件 データ要求・インタフェース オーバーラップした複数危険源の扱い
9	5.1	安全機能の特定と一般的な説明	変更	他の箇条に観点としては存在するが、独立箇条として新設された。ただし、SRS（安全要求仕様）のレビューは新規追加された。	安全機能の特定及び一般的記述に関する要求が整理された。SRS レビューについては 5.4 の要求事項として扱う。
10	5.2	安全要求仕様	変更	5.1 項に該当記載されていた。	変更とした理由は以降参照。
11		5.2.1 一般要求事項	変更	—	023 年版では、安全要求仕様（SRS）が SRP/CS 設計の基礎として整理され、各安全機能について、機能要求、PLr、

						運転モード、応答時間、インタフェース、電源喪失時の挙動、再起動条件、安全関連パラメータ等を明確に記述する要求が整理された。2015 年版にも安全機能仕様の要求は存在するが、2023 年版では SRS を中心とする設計プロセスとして明確化された。	
12		5.2.1.1		一般	変更	—	↑
13		5.2.1.2	安全要求仕様 (SRS) を提供するために必要な情報	変更	—		↑
14		5.2.1.3	安全要求仕様 (SRS) の全ての安全機能の仕様	変更	—		↑
15	5.2.2	特定の安全機能要求事項	特筆すべき変更なし		5.2 項に「安全機能の詳細」として記載されていた。	—	
16		5.2.2.1	一般	特筆すべき変更なし	↑		附属書 M に典型的な安全機能とその特性・関連規格を一覧化
17		5.2.2.2	安全関連停止機能	特筆すべき変更なし	5.2.1 項に記載されていた。	—	
18		5.2.2.3	手動リセット機能	特筆すべき	5.2.2 項に記載されていた。	—	

			変更なし		
19	5.2.2.4	再起動機能	特筆すべき変更なし	5.2.3 項に起動・再起動として記載されていた。	—
20	5.2.2.5	局所制御機能	特筆すべき変更なし	5.2.4 項に記載されていた。	—
21	5.2.2.6	ミュート機能	特筆すべき変更なし	5.2.5 項に記載されていた。	—
22	5.2.2.7	安全関連パラメータ	特筆すべき変更なし	5.2.7 項に記載されていた。	—
23	5.2.2.8	電源の変動、喪失、復旧	特筆すべき変更なし	5.2.7 項に記載されていた。	—
24	5.2.2.9	動作モード選択のための要求	新規	—	各運転モードに対して適用される安全機能・安全要求が新規に追加された。
25	5.2.2.10	メンテナンスのための安全機能	新規	—	保全作業時に適用される安全機能が追加された。
26	5.2.3	安全機能が無効化する動機の最小化	新規	4.8 人間工学的側面での設計に合理予見可能な誤使用の考慮は無効化に関する考慮を含んでいると考えられるが、明確ではない。 5.2.1 安全関連停止機能の注記に無効	安全機能の無効化の動機を検討することを追加。 安全機能が無効化または迂回する動機はプロセス、機械（又は機械の部分）の意図した使用及びリスク低減方策の設計詳細から決定する。（ISO 14119 との整合）

					化に関する記載があるが、全ての安全機能に関する無効化防止の明言はない。	
27		5.2.4	リモートアクセス	新規	—	遠隔操作に関する項目の明確化 遠隔操作が安全機能に影響を与える状況のリスクを整理している。 リモートアクセス時にも SRP/CS の安全機能を維持すべきこと、および安全ソフトの変更はローカル検証が前提と明記されています。
28		5.3	各安全機能の要求パフォーマンスレベル (PLr) の決定	特筆すべき変更なし	4.3 項に記載されていた。	PLr の決定
29		5.4	安全要求仕様 (SRS) のレビュー	新規	—	安全要求仕様 (SRS) のレビューの要求が追加された。
30		5.5	SRP/CS のサブシステムへの分解	変更	4.4 項、6 章で関連する説明はあり。	「安全機能 → サブ機能 → サブシステム」という形で SRS 内で明確に定義がなされた。
31	6		設計における考慮	特筆すべき変更なし	4.5 項に記載されていた。	PL 評価に関わる全ての要素を 6 章に統合された。
32		6.1	達成されたパフォーマンスレベルの評価	特筆すべき変更なし	4.5 項、6 項に記載されていた。	—
33			6.1.1		パフォーマンスレベルの一般的概要	特筆すべき変更なし 4.5 項、4.5.1 項に記載されていた。

34	6.1.2		パフォーマンスレベル（PL）と安全インテグリティレベル（SIL）の相関関係	特筆すべき変更なし	4.5.1 項に記載されていた。	—
35	6.1.3		アーキテクチャ — カテゴリと各チャネルの MTTFD との関係、平均診断範囲と共通原因故障(CCF)	特筆すべき変更なし	6.1 項に記載されていた。	—
36	6.1.3.1		一般	特筆すべき変更なし	6.2.7 項、表 12 として記載されていた。	—
37	6.1.3.2		指定アーキテクチャ — カテゴリの指定	特筆すべき変更なし	6.2.1 項、6.2.2 項に記載されていた。	—
38		6.1.3.2.1	一般	特筆す	6.2.1 項、6.2.2 項に記載されていた。	—

				べき変更なし		
39		6.1.3.2.2	カテゴリ B	特筆すべき変更なし	6.2.3 項に記載されていた。	—
40		6.1.3.2.3	カテゴリ 1	特筆すべき変更なし	6.2.4 項に記載されていた。	—
41		6.1.3.2.4	カテゴリ 2	特筆すべき変更なし	6.2.5 項に記載されていた。	—
42		6.1.3.2.5	カテゴリ 3	特筆すべき変更	6.2.6 項に記載されていた。	—

				更 な し		
43		6.1.3.2.6	カテゴリ 4	特 筆 す べ き 変 更 な し	6.2.7 項に記載されていた。	—
44	6.1.4		平均危険側故障 時間 (MTTFD)	特 筆 す べ き 変 更 な し	6.1.4 項に記載されていた。	—
45	6.1.5		診断範囲 (DC)	特 筆 す べ き 変 更 な し	6.1.5 項に記載されていた。	—
46	6.1.6		共通原因故障 (CCFs)	特 筆 す べ き 変 更 な し	いくつかの箇条 (例 4.5.1 項、4.5.4 項) に記載が別れ ていた。	箇条として独立して明 記された。 考え方については 2015 年と変更はな い。

47		6.1.7		システムティック故障	特筆すべき変更なし	いくつかの箇条（例 4.5.1 項、4.5.4 項）に記載が別れていた。	箇条として独立して明記された。 考え方については 2015 年と変更はない。
48		6.1.8		サブシステムのパフォーマンスレベルの見積もりのための単純化された手法	特筆すべき変更なし	4.5.4 項に記載されていた。	—
49		6.1.9		MTTFD なしにパフォーマンスレベルと PFH を決定する代替手法	新規	—	MTTFD なしにパフォーマンスレベルと PFH を決定する代替手法 C.2 に記載されている GEP（Good Engineering Practice）法を適用できない、機械、油圧、空気圧、電気油圧、または電空圧コンポーネントを組み込んだサブシステムに限定する。
50		6.1.9.1	一般		新規	—	↑
51		6.1.9.2	前提条件		新規	—	↑
52		6.1.9.3	サブシステムの入出力		変更	Table8 に類似の表が記載されていた。	Table8 の Category a が削除

53		6.1.9.4	論理サブシステム	新規	—	論理サブシステムとしての要求の記載が追加された。
54		6.1.10	障害の考慮及び 障害の除外	特筆すべき変更なし	7 章に記載されていた。	ISO 13849-1, IEC 62061, 61508 の要求事項に適合したコンポーネントの組み合わせを想定した記載が追加された。
55		6.1.10.1	一般	特筆すべき変更なし	7.1 項に記載されていた。	—
56		6.1.10.2	障害の考慮	特筆すべき変更なし	7.2 項に記載されていた。	—
57		6.1.10.3	障害の除外	特筆すべき変更なし	7.3 項に記載されていた。	—

58	6.1.11	十分吟味されたコンポーネント	変更	いくつかの箇条（例：6.2.4 項）	箇条として独立して明記された。 考え方については 2015 年と変更はない。
59	6.2	安全機能の総合的なパフォーマンスレベルを達成するためのサブシステムの組み合わせ	変更	6.3 項に類似の記載がされている。	ISO 13849-1, IEC 62061, 61508 の要求事項に適合したサブシステムの組み合わせを想定した記載が追加された。
60	6.2.1			一般	変更 6.3 項に類似の記載がされている。↑
61	6.2.2			既知の PFH の値	特筆すべき変更なし 6.3 項 総合的な PL を達成するための SRP/CS の組合せに記載されている。
62	6.2.3			不明な PFH 値	特筆すべき変更なし 6.3 項 総合的な PL を達成するための SRP/CS の組合せに記載されている。
63	6.3			ソフトウェアベースの手動パラメータ化	変更 類似の記載が 4.6.4 項に記載されていた。 パラメータ設定を安全機能の一部として位置付け、正確性の保証、誤設定防止、記録およびトレーサビリティを含む明確な要求事項として規定している。

64		6.3.1		一般	変更	類似の記載が 4.6.4 項に記載されていた。	↑
65		6.3.2		安全関連パラメータへの影響	変更	類似の記載が 4.6.4 項に記載されていた。	↑
66		6.3.3		ソフトウェアベース の手動パラメータ 設定の要件	変更	類似の記載が 4.6.4 項に記載されていた。	↑
67		6.3.4		パラメータ設定 ツールの検証	変更	類似の記載が 4.6.4 項に記載されていた。	↑
68		6.3.5		ソフトウェアベース の手動パラメータ 化設定の文書化	変更	類似の記載が 4.6.4 項に記載されていた。	↑
69	7			ソフトウェアの安全 性要件	以降 参照	類似の記載が 4.6 項に記載されていた。	・LVL/FVL の選定基準を 図 5 で明確化。 ・Annex N（新設）ソフトウェア設計におけるシステムティック故障の回避 PL／カテゴリ別に「必須（m）」「推奨（r）」のソフト対策一覧。 ・AI など機械学習システムは本規格の対象外と明記。 ・手動パラメータ設定（6.3）要件強化（専用ツール、完全性チェック、認証、記録）。

70	7.1		一般	変更	—	人工知能（AI）は SRP/CS に使用できるが、この条項は、AI テクノロジーおよび SRP/CS の一部としてのその使用に必要な追加の特定の要件には対処しない旨が明確に記載されている。 評価済の安全関連ハードウェア及び安全関連ソフトウェアモジュールが LVL と組み合わせて使用される場合の安全ライフサイクルが図 14 として追加された。
71	7.2		制約可変言語 (LVL) と無制約可変言語 (FVL)	変更	—	LVL/FVL の選定基準を 図 5 で明確化した。
72	7.2.1		制約可変言語 (LVL)	変更	類似の記載が 4.6 項に記載されていた。	制約可変言語 (LVL) に関連する記述は 4.6 項にあるが要求事項がより明確化された。
73	7.2.2		無制約可変言語 (FVL)	変更	類似の記載が 4.6 項に記載されていた。	無制約可変言語 (FVL) に関連する記述は 4.6 項にあるが要求事項がより明確化された。
74	7.2.3		制約可変言語 (LVL) または無制約可変言語 (FVL) の決定	新規		図 15 に LVL/FVL の区別と判定フローが追加された。
75	7.3		安全関連組み込みソフトウェア (SRESW)	特筆すべ	4.6.2 項に記載されていた。	—

				き 変 更 な し		
76		7.3.1	安全関連組み込みソフトウェア (SRESW) の設計	特 筆 す べ き 変 更 な し	4.6.2 項に記載されていた。	—
77		7.3.2	アクセスできない組み込みソフトウェアの代替手順	特 筆 す べ き 変 更 な し	4.6.2 項に記載されていた。	—
78		7.4	安全関連アプリケーションソフトウェア(SRASW)	特 筆 す べ き 変 更 な し	4.6.3 項に記載されていた。	—
79	8		達成したパフォーマンスレベルの検証	特 筆 す べ き 変 更	4.7 項に記載されていた。	6,7 章の設計結果が PL r を満たしているかを評価する

				なし		
80	9		人間工学的側面での設計	特筆すべき変更なし	4.8 項に記載されていた。	独立した箇条となったが記載内容に大きな影響はない。
81	10		妥当性確認	以降参照	—	ISO 13849-2 の観点 が ISO 13849-1 の 10 章に文書化。 ・妥当性 （Validation）が大 幅に拡張。 ・計画 → 解析 → 試験 → 結果 → 再妥当性 の流れを完 全に体系化。 ・故障注入試験、環 境試験、I/O 試験、 文書レビューなど、要 求が詳細に規定。
82	10.1		妥当性確認原則	特筆すべき変更なし	ISO 13849-2 4 章に記載され	—
83	10.1.1		一般	特筆すべき	ISO 13849-2 4.1 項に記載さ	—

			変 更 な し		
84	10.1.2	妥当性確認計 画	特 筆 す べ き 変 更 な し	ISO 13849-2 4.2 項に記載さ れていた。	—
85	10.1.3	一般的な障害リス ト	特 筆 す べ き 変 更 な し	ISO 13849-2 4.3 項に記載さ れていた。	—
86	10.1.4	特定の障害リスト	特 筆 す べ き 変 更 な し	ISO 13849-2 4.4 項に記載さ れていた。	—
87	10.1.5	妥当性確認のた めの情報	特 筆 す べ き 変 更	ISO 13849-2 4.5 項に記載さ れていた。	—

				なし		
88	10.2		安全要求仕様 (SRS) の妥当 性確認	特 筆 す べ き 変 更 な し	ISO 13849-2 7 項に記載され ていた。	
89	10.3		分析による妥当 性確認	特 筆 す べ き 変 更 な し	ISO 13849-2 5 章に記載され ていた。	
90	10.3.1		一般	特 筆 す べ き 変 更 な し	ISO 13849-2 5.1 項に記載さ れていた。	
91	10.3.2		分析技法	特 筆 す べ き 変 更 な し	ISO 13849-2 5.2 項に記載さ れていた。	

92	10.4			試験による妥当性確認	特筆すべき変更なし	ISO 13849-2 6 項に記載されていた。	—
93		10.4.1		一般	特筆すべき変更なし	ISO 13849-2 6.1 項に記載されていた。	—
94		10.4.2		測定精度	特筆すべき変更なし	ISO 13849-2 6.2 項に記載されていた。	—
95		10.4.3		試験のための追加要求事項	特筆すべき変更なし	ISO 13849-2 6.3 項に記載されていた。 タイトルは More stringent requirements に変更されたが記載内容に大きな変更はない。	—
96		10.4.4		試験サンプル数	特筆す	ISO 13849-2 6.4 項に記載されていた。	—

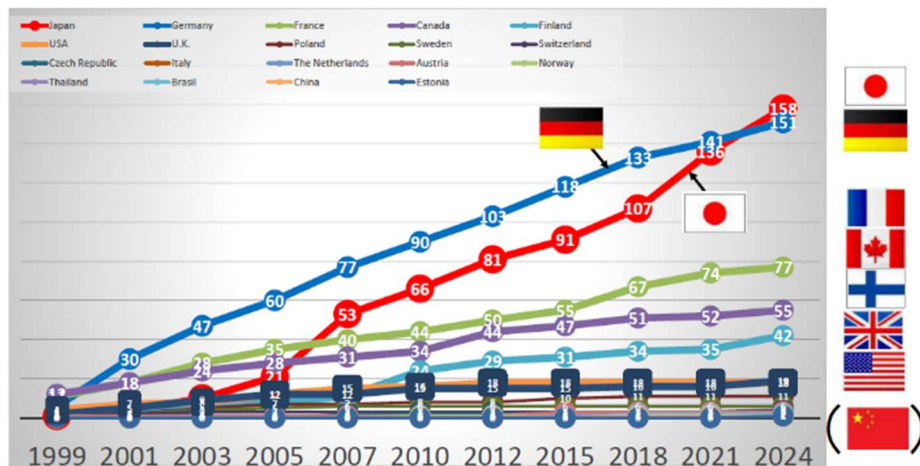
				べき変更なし		
97	10.4.5		試験方法	特筆すべき変更なし	ISO 13849-2 9.1 項「分析及び試験」に記載されていた。	10.4.5 項に試験方法として独立した記述となった。
98	10.5		安全機能の妥当性確認	特筆すべき変更なし	ISO 13849-2 8 項に記載されていた。	—
99	10.6		SRP/CS の安全性の妥当性確認	以降参照	ISO 13849-2 9.2 項 カテゴリの仕様に関する妥当性確認	ISO 13849-2 9.2 項 カテゴリの仕様に関する妥当性確認が該当するが表現方法が変更された。
100	10.6.1		サブシステムの妥当性確認	変更	ISO 13849-2 9.2 項 カテゴリの仕様に関する妥当性確認に記載されていた。	サブシステムの妥当性確認 Table 10 妥当性確認のためのカテゴリへの基本的な要求事項として、Table 内の文書化要求事項という記載から（各カテゴリ）への要求と記載が変更された。

101	10.6.2		システムティック故障に対する方策の妥当性確認	特筆すべき変更なし	ISO 13849-2 9.4 項に記載されていた。
102	10.6.3		安全関連ソフトウェアの妥当性確認	特筆すべき変更なし	ISO 13849-2 9.5 項に記載されていた。
103	10.6.4		サブシステムの組み合わせの妥当性確認	特筆すべき変更なし	ISO 13849-2 9.7 項に記載されていた。
104	10.6.5		安全インテグリティの総合的な妥当性確認	新規	MTTF d、DC 等の個々の要素における妥当性確認に関する要求はあるが、「安全インテグリティ全体を統合的に妥当性確認す

							る」要求はなく、追加された。
105		10.7		環境要求事項の 妥当性確認	特 筆 す べ き 変 更 な し	ISO 13849-2 10 章に記載さ れていた。	—
106		10.8		妥当性確認記 録	特 筆 す べ き 変 更 な し	ISO 13849-2 4.6 項に記載さ れていた。	—
107		10.9		保全要求事項の 妥当性確認	特 筆 す べ き 変 更 な し	ISO 13849-2 11 章に記載さ れていた。	—
108	11			SRP/CS の保全	変 更	ISO 12100 6.2.7 を参照す る旨が記載され ていた。	ISO 12100 6.2.7 を 参照していたが、2023 年版の 11 項に要求 事項を集約した。ま た、追加で ・保全が必要であるこ とを示す表示 ・要求される照度 について記載が追加さ れた。

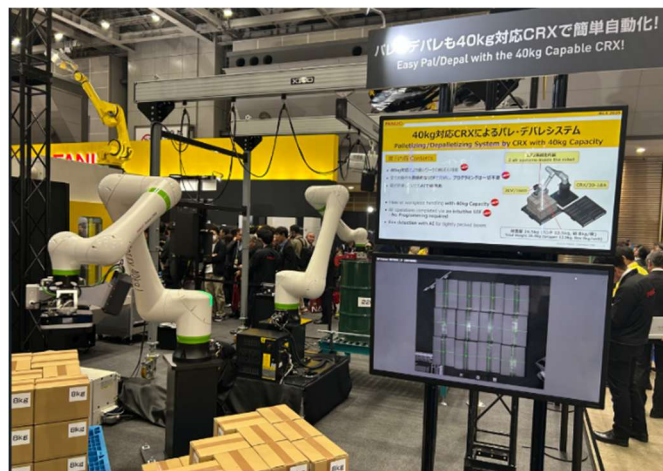
109	12		技術文書	変更	10 項に記載されていた。	以下が追加された。 ・SRS（安全要求仕様） ・サブシステムへの分解（適用可能な場合） ・安全関連ブロック図 ・関連する設計文書、試験、検証及び妥当性確認の記録（適用可能な場合）
110	13		使用上の情報	以降参照	11 項に記載されていた。	—
111	13.1		一般	変更	使用上の情報として、ISO 12100 6.4.5.2 の原則及び他の関連文書として、IEC 60204-1 17 項が例として挙げられていた。	使用上の情報は ISO 20607 又は IEC/IEEE 82079-1 に従うことが記載された。 SRP/CS が関係する機械のライフサイクルの局面は、この使用上の情報の対象とする旨が明記された。
112	13.2		SRP/CS 統合の情報	特筆すべき変更なし	11 項に記載されていた。	一部、表現の相違はあるが、要求事項に影響はない。
113	13.3		ユーザへの情報	新規	—	SRP/CS 使用者に対する情報を明確にし、

						新規箇条として追加された。
--	--	--	--	--	--	---------------





図C-(2)-2-1 ロボットシリーズ化（ファナックの例）



図C-(2)-2-2 比較的高い可搬重量の適用例（物流）



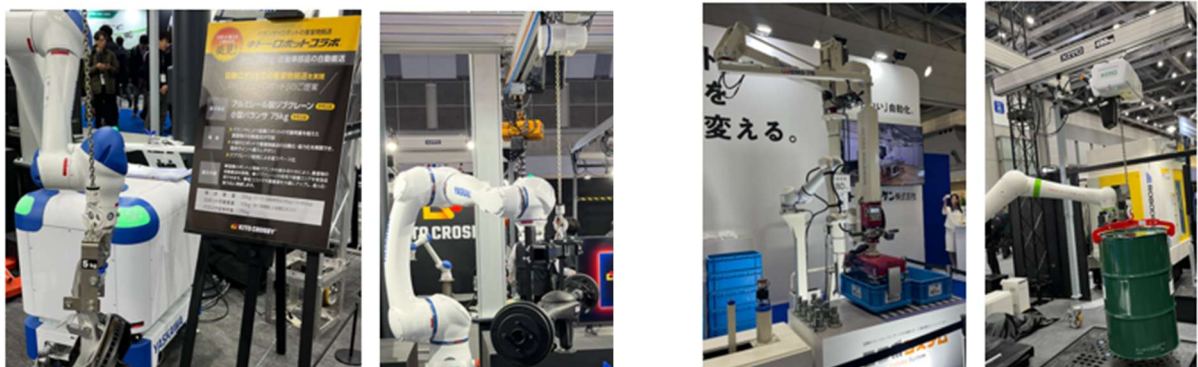
図C-(2)-2-3 協働アプリケーション 小型化の事例



図C-(2)-2-4 比較的高い可搬重量の適用例（物流）



図C-(2)-2-5 升降軸＋レーザースキャナ



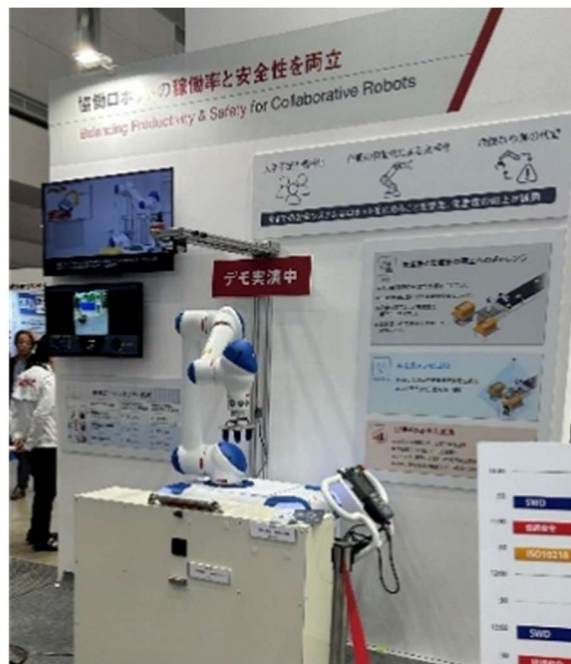
図C-(2)-2-6 重力補償式およびジブクレーンと連動しての可搬重量拡大構成



図C-(2)-2-7 安全機能をシステム化



図C-(2)-2-8 動作領域監視と管理



図C-(2)-2-9 協調安全モデルの構成例



図C-(2)-2-10 接触安全の評価支援



図C-(2)-2-11 接触安全ソリューション



図C-(2)-2-12 接触安全機能を付加したAMRとランプ表示によるマンマシンインターフェース向上



図C-(2)-2-13 接触安全ロボット用スキン



図C-(2)-2-14 非接触による停止デモ



図C-(2)-2-15 アプリケーションとしてマイクロナットランナを搭載



図C-(2)-2-16 バリ取りセルの外観



図C-(2)-2-17 MZSの外観

MZSシリーズ機能説明

MZS Series Features

**◆ 人が近づいたらゆっくり、さらに近づいたら停止
離れると自動で動作を再開**

**◆ トルクセンサに加え、レーザースキャナ、
接近センサを装備**

◆ 視認しやすいLED灯で動作状況を明確に

- ・通常は高速動作 (ランプ: ■)
- ・近寄れば協働モードで安全動作 (ランプ: ■)
- ・更に近寄ればぶつかる前に停止 (ランプ: ■)
- ・離れれば操作無しに動作再開 (ランプ: ■)

Introducing the Safety and Security Functions of the MZS Series

- ◆ Slowly when a human gets close. Stop when a human gets closer. Automatically resume operation when separated
- ◆ Equipped with a laser scanner and proximity sensor in addition to a torque sensor
- ◆ Easy-to-see LED lamps clearly indicate the operating status
 - ・ Normal high-speed operation (lamp: ■)
 - ・ Safe operation in cooperative mode when approaching (lamp: ■)
 - ・ Stop before hitting when approaching (lamp: ■)
 - ・ Resume operation without operation when moving away (lamp: ■)

特長 / Features

【センサ / Sensor】

【LED灯 / LED lamp】

通常モード: ■ 青色

協働モード: ■ 緑

接近センサによる停止: ■ 赤

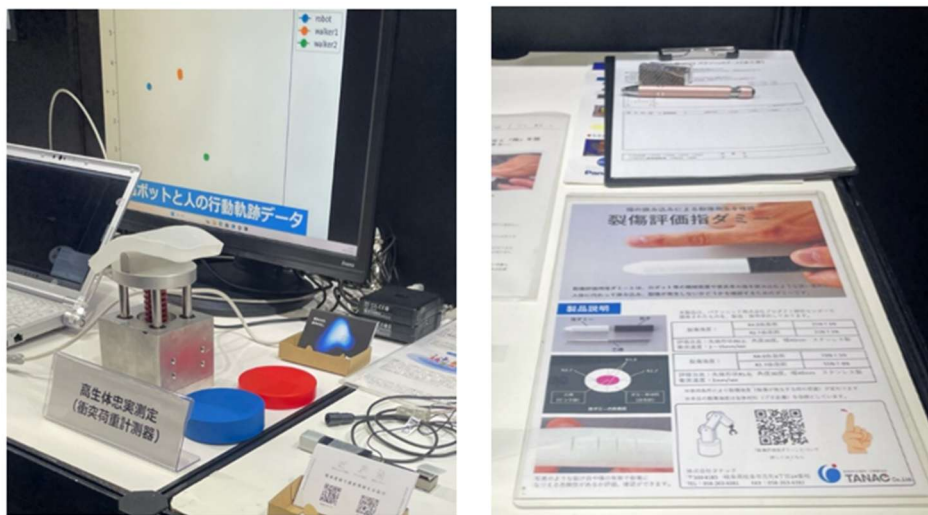
レーザースキャナによる停止: ■ 赤点滅

図C-(2)-2-18 機能説明

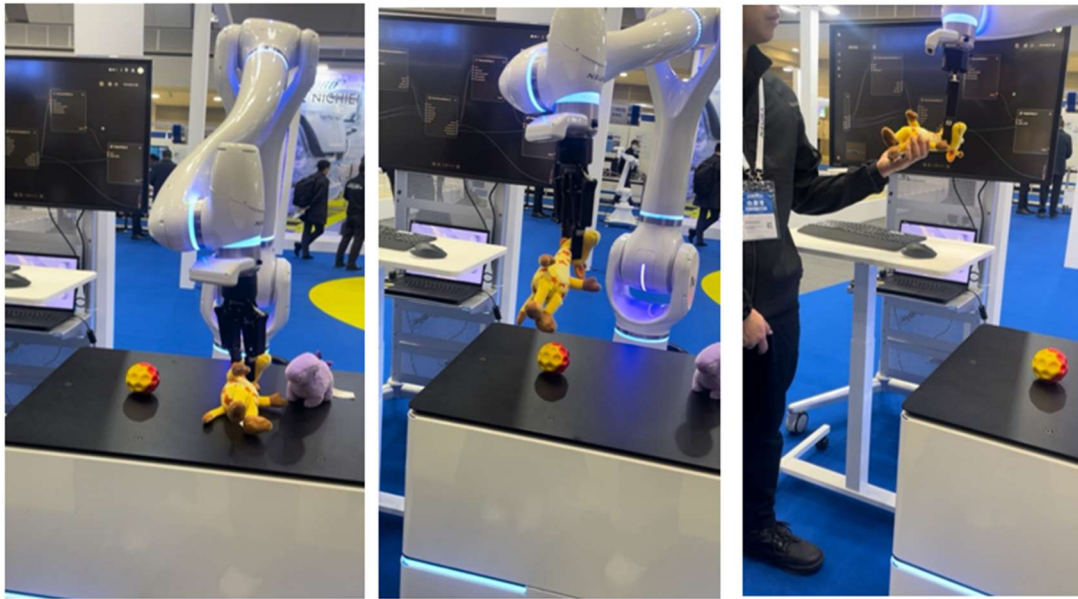
(128 / 160)



図C-(2)-2-19 提供されるソリューションとシミュレータ



図C-(2)-2-20 生体忠実測定と製傷評価指ダミー



図C-(2)-2-21 MaiRaによる認識技術デモ



図C-(2)-2-22 人間検知センサ（セーフティ機能）NEURA OmniSensorの外観



図C-(2)-2-23 段ボール開梱システムとAMR複合ロボット



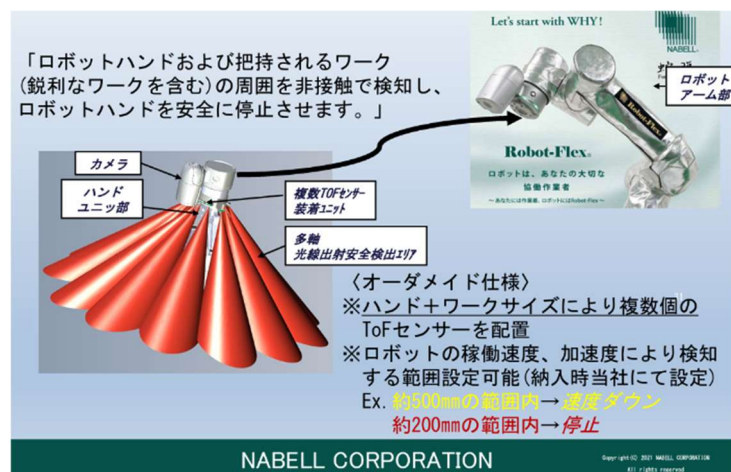
図C-(2)-2-24 HUAYAN ロボット S50とその外観



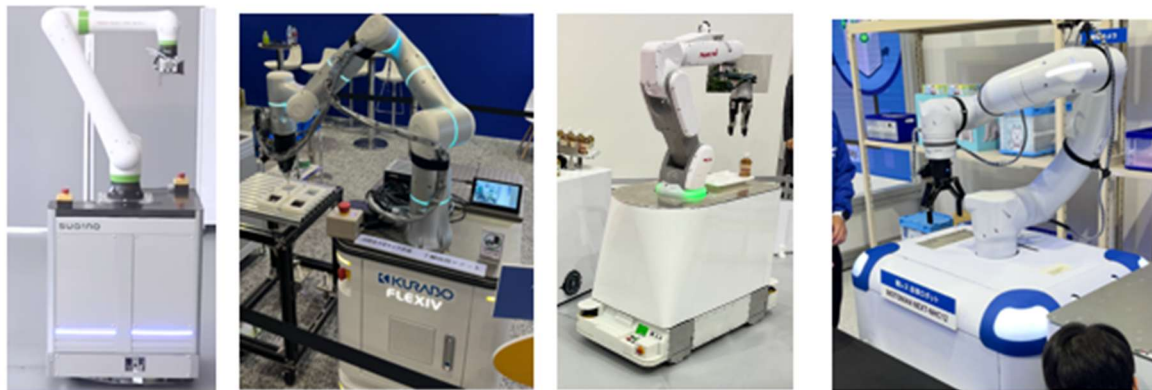
図C-(2)-2-25 ROKAE協働用途 45kg可搬とその外観



図C-(2)-2-26 接触ベースロボティクスの外観と展示



図C-(2)-2-27 ロボットハンド対応非接触安全センサの構成と外観



図C-(2)-2-28 各社のモバイルマニピュレータ 左から スギノマシン KURABO 不二越 安川電機



図C-(2)-3-1 DGUV IFAの参加メンバー

German national Publications

- [DGUV-Information](#)
- [Limit Value List \(IFA-Report 2/2024\)](#)
- [IFA-Report 2/2022](#)
- [Practical Solution](#)
- [SIAS 2024](#)
- [ERF 2025](#)



01.04.2026

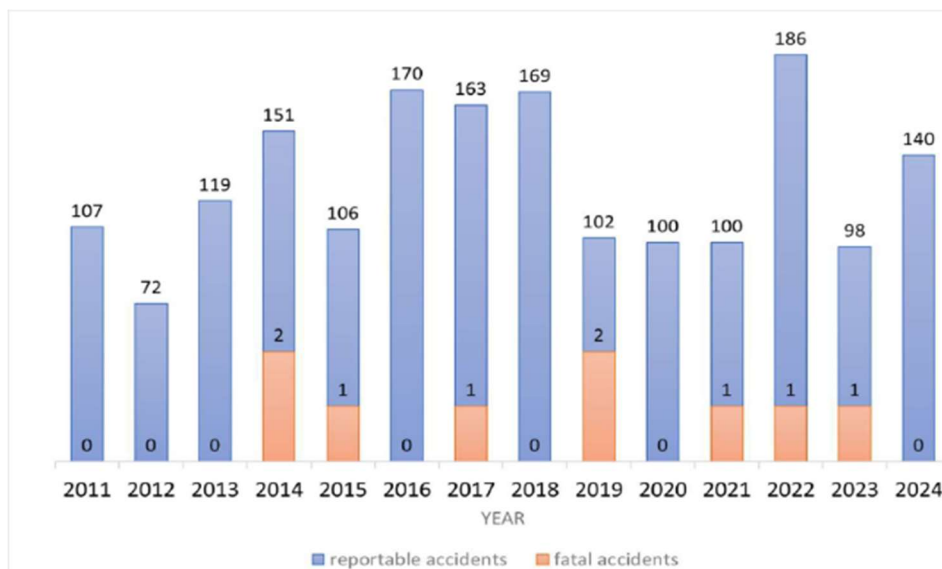
13

図C-(2)-3-2 DGUV IFAからの情報展開

Schneider is in



図C-(2)-3-3 移動ロボットの安全評価



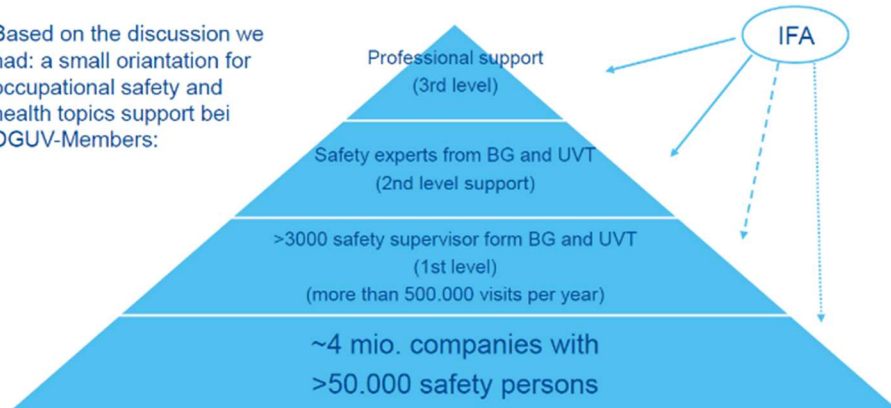
☒C-(2)-3-4 DGUV statistic industrial robot accidents

[illegible]

図C-(2)-3-5 協働アプリケーションセミナー概要

Support from Social Accident Insurance in Germany

Based on the discussion we had: a small orientation for occupational safety and health topics support bei DGUV-Members:



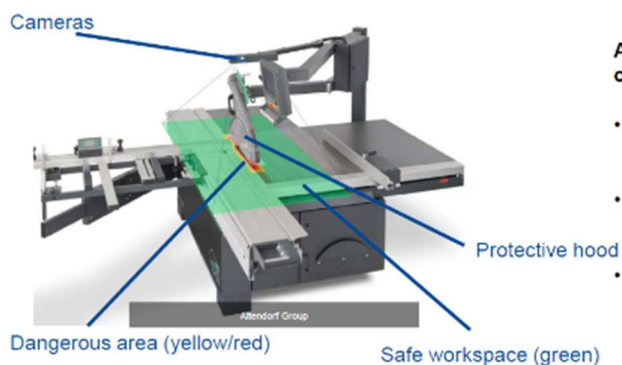
図C-(2)-3-6 IFAのサポート体制



図C-(2)-3-7 リスク計測と評価ツールの比較

Industrial Artificial Intelligence

Example



AI-based hand detection assistance system at circular sliding-table saws

- Safe state is quickly achieved when a recognized hand approaches the saw blade
- Normatively required safety function: height-adjustable protective hood
- AI testing and assesment done by the IFA

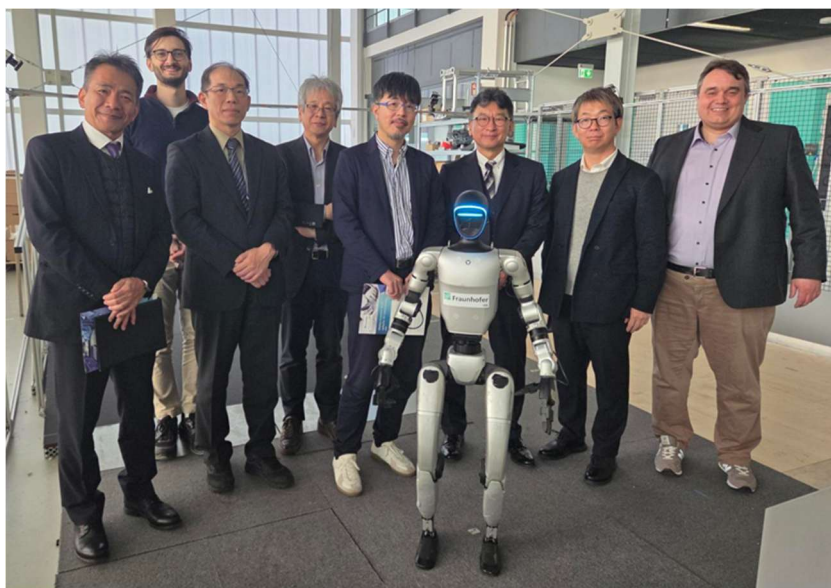
図C-(2)-3-8 AIカメラ情報を用いた丸鋸盤の安全性向上



図C-(2)-3-9 AIカメラ情報を用いた丸鋸盤の実際



図C-(2)-3-10 歩行災害AR・VRシミュレータ



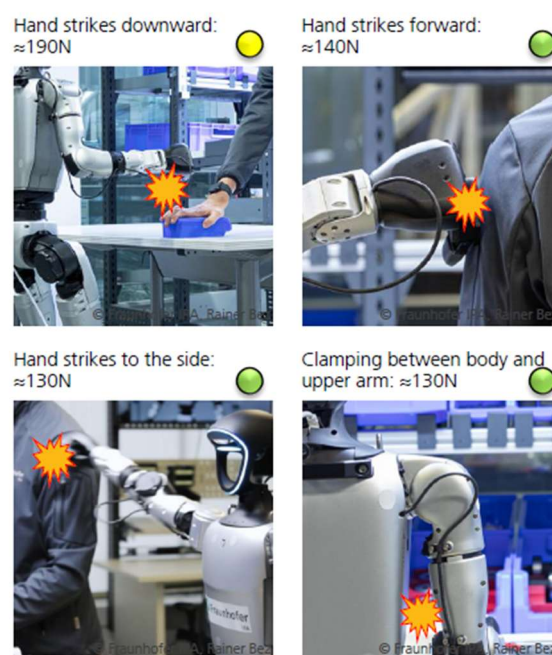
図C-(2)-3-11 Fraunhofer IPA参加メンバ



図C-(2)-3-12 挟まれ部位の評価ツール



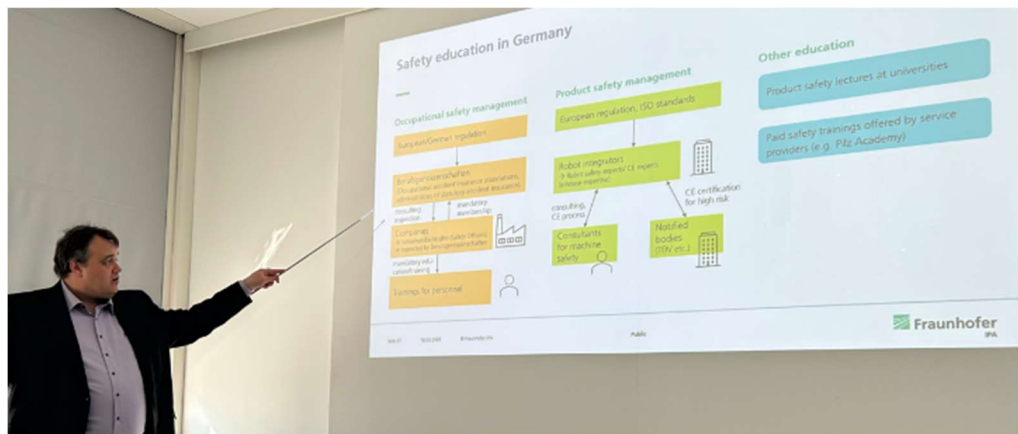
図C-(2)-3-13 接触リスクシミュレータ CARA



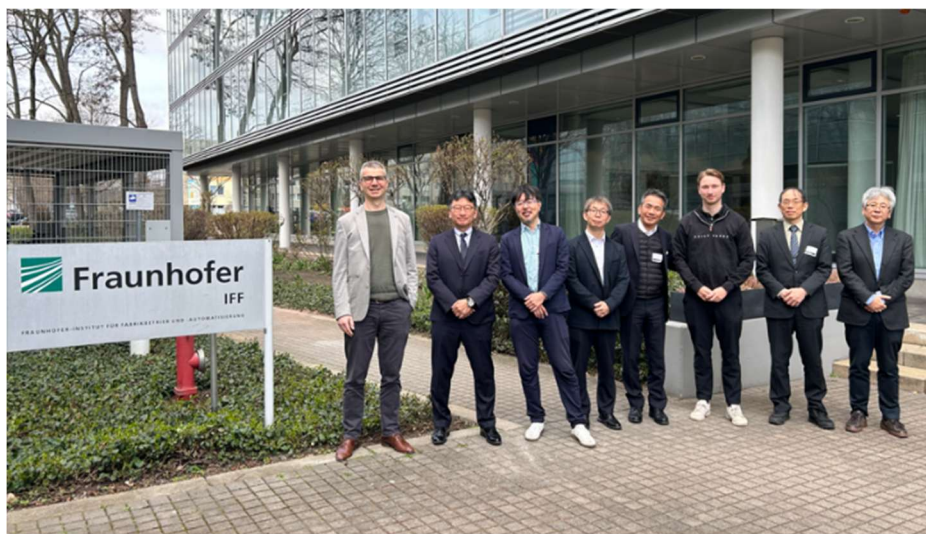
図C-(2)-3-14 ヒューマノイドとの接触・挟まれ評価



図C-(2)-3-15 床の状態を踏まえた環境での歩行テスト



図C-(2)-3-16 ドイツの教育・資格の現状説明



図C-(2)-3-17 Fraunhofer IFF参加メンバー



図C-(2)-3-18 3D-LiDARで人検出するアプリケーション



図C-(2)-3-19 大型産業ロボットを用いた動作表示と人検出



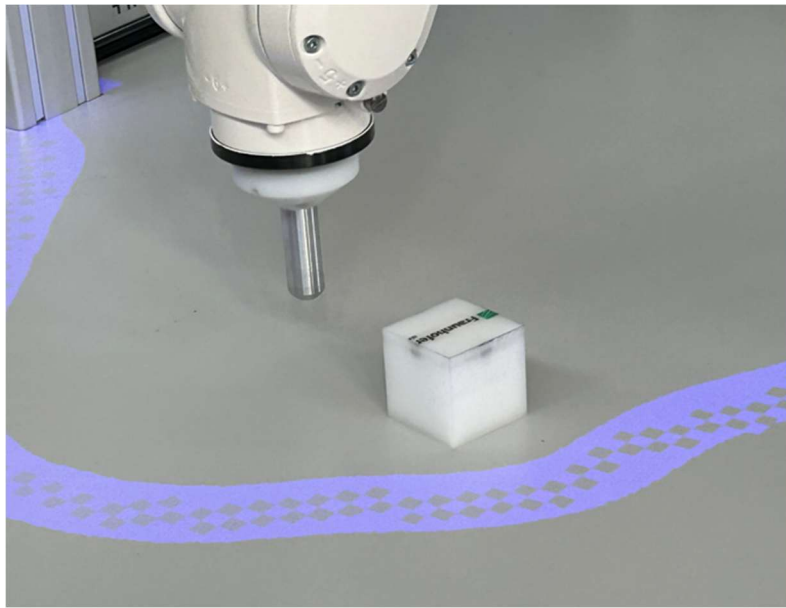
図C-(2)-3-20 モバイル双腕マニピュレータの例



図C-(2)-3-21 モバイル双腕マニピュレータの開発実績



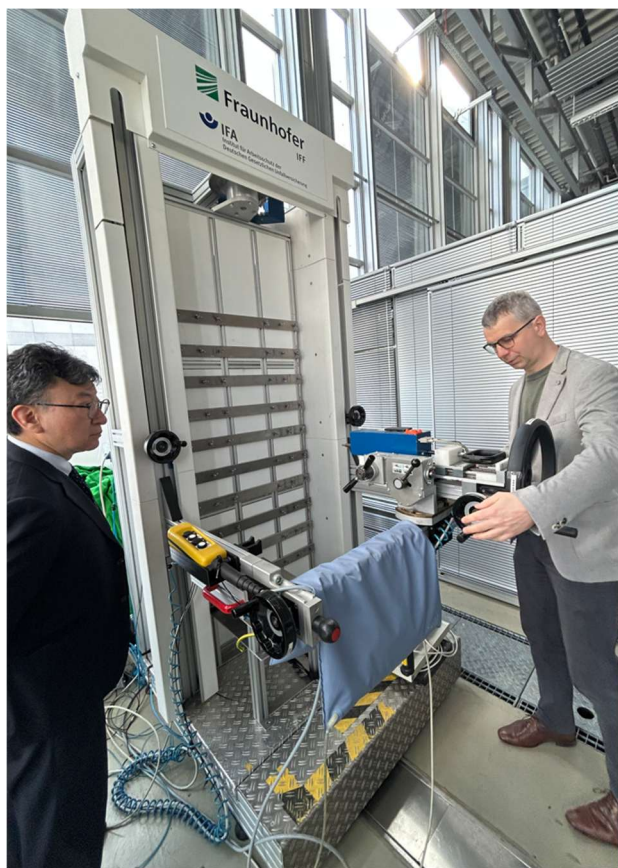
図C-(2)-3-22 変化点を学習して判定する停止技術



図C-(2)-3-23 リファレンス用のセンシング映像



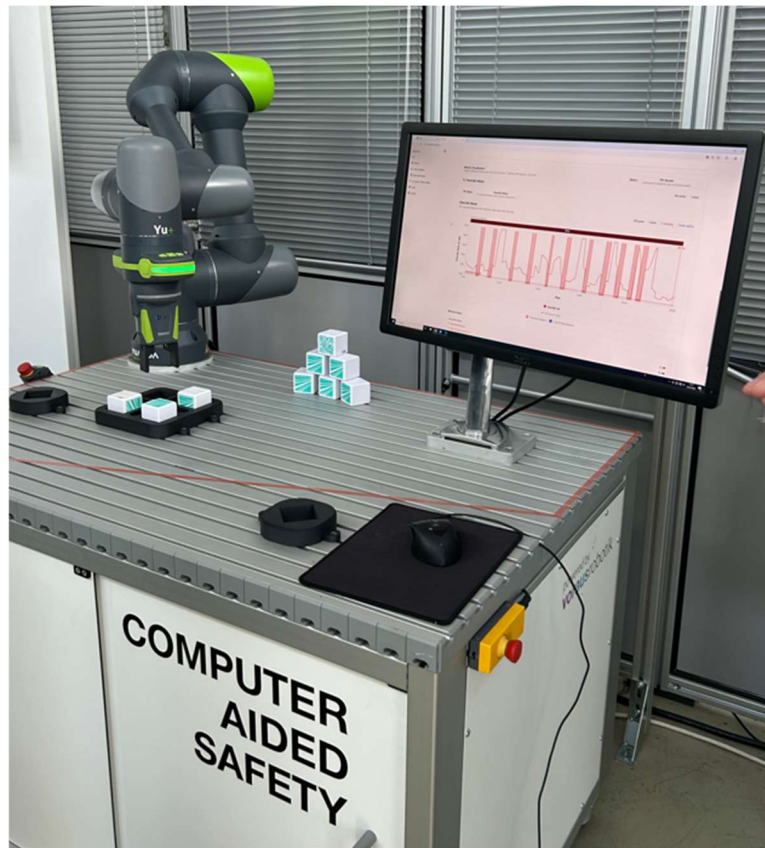
図C-(2)-3-24 動的評価試験機



図C-(2)-3-25 静的評価試験機



図C-(2)-3-26 面圧測定および測定子類の紹介



図C-(2)-3-27 安全性の予見と速度制御

表 C-(3)-1 ロボットの協働アプリケーションに関する国内実態調査 調査結果票ー A 社ー

【質問1】	労働安全衛生規則(第 36 条の特別教育, 第 150, 151 条の産業用ロボットに関する要件)の理解度について教えてください。(貴社で使用するロボットの同規則「産業用ロボット」への該当の有無→該当しない場合は同規則の扱いや安全確保の取り組み状況について, 貴社内での把握状況, 特に第 150 条の 4 の施行通達の一部改正による協働ロボット対応について)
回 答	・ 社内で教示の特別教育は 273 名, 検査の特別教育は 196 名が受けており, ロボット関係者のほとんどが受講済みである。 ・ ロボットと人の協働作業に関する RA は必須であり, 社内で 100%実施を目標にしているが, 知識レベルの差により第三者の支援を活用しながら対応している。 ・ Sier 協会認定の基礎教育インストラクタが 1 名いる。
【質問2】	リスクアセスメントの実施状況について教えてください。(製品設計における取り組みと状況, 製造段階における取り組みと状況)について)
回 答	・ 例えば, 人の侵入経路を想定し, レーザースキャナによる安全監視エリアの設置と検知範囲の設定し, 危険源マップにより複数の危険源を特定し, 定常時・非定常時の作業に分けてリスク評価を実施している(RA シートはユーザが提供)。 ・ RA の範囲は出荷から試運転までをカバーし, 運用後のトラブル対応もメーカーサービスとして対応している。 ・ ユーザによっては, 製造段階の安全基準は協力会社のルールに準じ, 試運転時にはリスクを最小化した運転を実施する場合もある。
【質問3】	ロボット関連安全規格への対応状況について教えてください。
回 答	・ 安全規格パート2には Sier としてロボットアプリケーションの RA を実施し, 周辺装置の安全防護と安全機能の検証を中心に行っており, 協働運転時の適切な安全監視とアクセス管理などによりリスク低減を図っている。 ・ RA から機器選定までは標準的に実施しているものの, 変更点管理や記録の整備が不十分であり, ユーザ側の変更連絡不足も課題となっている。 ・ 2025 年版は変更点の調査を始めているもののまだ十分理解していない。 ・ 協働環境での物理的インタラクションに対しては, 実際のデータ取得は現状行っていないが, セーフティ 2.0 適合を目指したロボットセルの標準化に取り組んでいる。
【質問4】	ロボットに関連する他の機械安全規格類(主に ISO 10218-1,2 が引用する規格)への対応状況について教えてください。
回 答	・ エンドエフェクタは人体に危害を与えない接触力・圧力を考慮し, 鋭利な部分のない吸着ハンドや樹脂製の丸みを帯びた部品を選定している。 ・ メンテナンス支援のサービスを用意するなど, ロボット本体のコンディション管理に注力している。 ・ AMR 搭載の協働ロボット案件があり, 今後の複雑な動作に対するニーズ増加に備えた検討も行っている。
【質問5】	機能安全規格類への対応状況について教えてください。
回 答	・ 機能安全の観点から, 標準化ロボットセルにおいて国内安全機器メーカー製のライトカーテンやレーザースキャナ, 非常停止装置を採用し, 安全カテゴリ 3 以上の構築を目指している。 ・ ISO13849 の PL と IEC61508 の SIL の両方を考慮し, 設計段階での RA に基づき適切なカテゴリを選定している。 ・ 設計者は機能安全規格を理解しているが, SE 部隊の理解度には個人差があり, 標準的な安全機器を選定して対応している。 ・ 機能安全の性能評価ツールの活用は限定的であり, ロボットのパッケージ製品は第三者認証ではなく, セーフティ 2.0 に準拠した設計を目指している。

【質問6】	「機能安全活用テキスト」、「機能安全活用実践マニュアル ロボットシステム編」(中災防)の認知度と活用状況について教えてください。
回 答	・ 機能安全活用実践マニュアルは主に社内教育で活用しているが、設計時の直接的な参照は少なく、内容の古さや技術的なアップデート(ISO の 2011 年版と 2025 年版との差異)が求められている。 ・ セーフティアセッサ資格取得のための個別トレーニングが行われており、資格取得者はマニュアルの内容を理解しているが、一般的な教育効果向上のために教材の形式改善が望まれる。 ・ 安全教育において事例や演習問題の充実が求められており、具体的な RA 事例が理解促進に有効である。
【質問7】	ロボット及び機能安全に関する国内規則と機械安全規格類との整合状況について、疑問点や問題点、要望等あれば教えてください。
回 答	・ 協働ロボットの高荷重パレタイズ作業において、高荷重のワーク搬送に伴う落下や挟み込みリスクの評価が難しく、安全柵なしでの残留リスク対策や他社の動向について情報共有を求める。また、頭部などへの接触回避が困難であり、安全に停止させるための対策が必要とされている。 ・ 協働ロボットの代わりに可動柵やセンサを用いた安全管理を行い、通常のロボットを安全速度で運用する方法が検討されている。 ・ 現実には、協働ロボットと産業用ロボット+機能安全とされたものとの差がなくなっており、速度は限りなく速くなっている。RA に基づき、用途に応じて減速して接触時に停止するか、危険と判断すれば停止する運用が現状の解釈である。 ・ 一部のロボットの協働モードでは圧力基準を明確に示しているが、多くは設定が自由であり、業界内で安全基準の考え方に大きな差異が存在している。
【質問8】	貴社内における産業用ロボット特別教育の実施状況、ユーザへのリスクアセスメント指導や安全教育の実施の有無と状況を教えてください。
回 答	・ 安全規格パート2には Sler としてロボットアプリケーションの RA を実施し、周辺装置の安全防護と安全機能の検証を中心に行っており、協働運転時の適切な安全監視とアクセス管理などによりリスク低減を図っている。 ・ RA から機器選定までは標準的に実施しているものの、変更点管理や記録の整備が不十分であり、ユーザ側の変更連絡不足も課題となっている。 ・ 2025 年版は変更点の調査を始めているもののまだ十分理解していない。 ・ 協働環境での物理的インタラクションに対しては、実際のデータ取得は現状行っていないが、セーフティ 2.0 適合を目指したロボットセルの標準化に取り組んでいる。
【質問9】	貴社で協働アプリケーションを開発、販売、普及する際に困っていることや要望があれば教えてください。
回 答	・ 安全 PLC やレーザースキャナ、ライトカーテンは高価で、補助金の対象にするなどの支援がないと顧客負担が大きく、理解を得るのが難しい現状である。 ・ 全ての安全装置を導入するのは顧客理解が得られにくいいため、安全リレーを使った二重化回路など妥協点を設けて説明し、運用でリスクを管理する場合もある。 ・ ライトカーテンのミュート機能に関しては、ソフト上での制御変更管理やトレーサビリティに課題があり、現場での微妙なタイミング調整や変更後の検証が十分に管理されていない。ミュート機能は認証された安全機能として切り分けて管理する必要がある。 ・ 協働ロボットの安全機能の性能維持のための点検や RA の法規制導入を検討いただきたい。 ・ 安全システム構築における AI 活用については効率化の期待がある一方、最終的な RA や判断は資格を持つ専門家が行う必要があり、AI の信頼性と法的責任の問題が指摘されている。

表 C-(3)-2 ロボットの協働アプリケーションに関する国内実態調査 調査結果票ー B 社ー

【質問1】	労働安全衛生規則(第 36 条の特別教育, 第 150, 151 条の産業用ロボットに関する要件)の理解度について教えてください。(貴社で使用するロボットの同規則「産業用ロボット」への該当の有無→該当しない場合は同規則の扱いや安全確保の取り組み状況について, 貴社内での把握状況, 特に第 150 条の 4 の施行通達の一部改正による協働ロボット対応について)
回 答	・ 社内では労働安全衛生規則は理解している。 ・ 社外ユーザには安全コンサルやセミナー等で啓蒙している。 ・ 協働アプリケーションでは, TS15066 に基づく衝突力測定試験が法令とリンクしていないことから多くのユーザが認識不足であり, 啓蒙と適切なレベルの線引きが必要とされる。
【質問2】	リスクアセスメントの実施状況について教えてください。(製品設計における取り組みと状況, 製造段階における取り組みと状況)について)
回 答	・ RA は協働ロボット・AMR ともに全案件で実施している。 ・ 設計段階では, ユーザと協議して試運転段階までカバーして実施し, 現場での変更はユーザの責任とし, 残留リスクは明確に伝えている。 ・ ユーザ側では, 担当者不在による情報不足や現場改造の問題を抱えている場合があり, このような場合コンサルティング等での対応が必要と考えている。 ・ 社内製造段階では, 安全衛生委員会を通じて危険情報を共有し, 法令に基づく RA を多職種が関与して実施している。
【質問3】	ロボット関連安全規格への対応状況について教えてください。
回 答	・ 社内教育も含めて計画的に実施しており, ISO10218 と ISO3691-4 の最新版の解説やユーザ向けのセミナーを実施している。 ・ サービスロボットは事業対象外であり, 安全機能の不十分さから取り扱いをしていない。 ・ 最新版の ISO10218 対応は基本理解レベルで, 設計者の具体的対応状況は未確認である。 ・ ロボットシステムの製品認証はリスク評価結果を提出し, ロボット単体は認証済み製品を使用し安全機能の確認を行っている。
【質問4】	ロボットに関連する他の機械安全規格類(主に ISO 10218-1,2 が引用する規格)への対応状況について教えてください。
回 答	・ 機械安全全般の規格対応では電気系は IEC60204 が基準で, EMC はユーザ対応としている。 ・ レーザースキャナ使用時の安全距離計算の理解不足や, ロボット・スキャナの応答性が課題であり, 今後のガイドライン等の整備が求められている。 ・ カメラを用いた安全補助機能の活用例があるが, 環境依存性が高く安全機能としての実用性は限定的であると認識している。
【質問5】	機能安全規格類への対応状況について教えてください。
回 答	・ 機能安全の適用基準として ISO 13849 を主に使用し, ソフトウェア評価は限定的であるが, 最終的には SIL3 までは評価している。 ・ 社内での機能安全関連の評価は単純システムが多く, Excel での管理が主流であるが, 要望に応じて SISTEMA の使用やその講習も対応している。 ・ 他の機能安全関連の規格については, ASIL を知識レベルで調査する程度である。
【質問6】	「機能安全活用テキスト」, 「機能安全活用実践マニュアル ロボットシステム編」(中災防)の認知度と活用状況について教えてください。
回 答	・ 本教材はアセッサ資格の取得時に役立っているが, 日常業務での活用は限定的であり, 実務では規格を参照している。 ・ ユーザでも知っている人はいるが, 内容が詳細すぎて一般利用者には難解との意見があり, 利用者は限られている。 ・ 機能安全の理解は設計者に限定されるべきで, 行政側で最低限の線引きを行い, 本教材の内容を絞る必要がある。 ・ 機能安全の専門用語は難解であるため, より広く浅く理解できる基礎的な資料の作成が望まれている。

	・ 社内で生成 AI を活用した音声付き動画を使っているが、本教材は細切れの動画提供がユーザにとって見やすく効果的である。
【質問7】	ロボット及び機能安全に関する国内規則と機械安全規格類との整合状況について、疑問点や問題点、要望等あれば教えてください。
回 答	・ 産業用ロボットの定義が旧態依然としており、ロボット単体の規定からシステム全体の定義が欠如しているため、ISO 基準に合わせる必要性がある。 ・ ロボットの操作範囲が広がり、中間的な立場のインテグレータも関与する可能性があるため、ユーザに対する規則の見直しが求められる。 ・ 国内のサイバーセキュリティ規則は未整備であり、遠隔操作やクラウド利用に関する規制強化の必要性があるがあまり触れて欲しくない。 ・ 人とロボットの物理的インタラクションに関するリスクアセスメントは従来の方法では不十分であり、衝突力測定などの詳細な評価が必要とされる。 ・ 現場での判断基準を体系化し、分かりやすい指針やガイドラインの整備が求められる。 ・ 保護具の使用や人の行動制限などの運用面の課題があり、ロボットのリスクを理解した人間が使用する前提での安全管理が重要視されている。
【質問8】	貴社内における産業用ロボット特別教育の実施状況、ユーザへのリスクアセスメント指導や安全教育の実施の有無と状況を教えてください。
回 答	・ 社内では特別教育や RA を定期的に実施し、ユーザに対しては安全特別教育を要望があれば操作トレーニングと一緒に実施している。 ・ ユーザへのコンサルティングは、対象設備の RA や RA 基準の作成支援を実施している。
【質問9】	貴社で協働アプリケーションを開発、販売、普及する際に困っていることや要望があれば教えてください。
回 答	・ 法令上ロボットによる人の頭部接触は許容されておらず、また、設備の物理的制約から、協働作業の高度化は難しく、効率を考慮すると柵を設けてロボットを高速運転させる従来型の方法が現実的との意見が多い。 ・ 最低限の個人用保護具（ヘルメットと保護眼鏡）があれば、作業者の安全性はある程度確保できると解釈されると楽になると思うが、何かしらの制限はある。 ・ 衝突力測定に基づき 250mm/s 以下であれば安全性が確保できる可能性があるが、挟まれ事故のリスクは依然として課題である。 ・ 海外では柵なし運用が比較的自由に行われているが、企業責任である程度できてしまうという認識がある。 ・ 展示会での柵なしデモは管理下で行われており、賠償責任も考慮されているからこそできると思う。

表 C-(3)-3 ロボットの協働アプリケーションに関する国内実態調査 調査結果票ー C 社ー

【質問1】	労働安全衛生規則(第 36 条の特別教育, 第 150, 151 条の産業用ロボットに関する要件)の理解度について教えてください。(貴社で使用するロボットの同規則「産業用ロボット」への該当の有無→該当しない場合は同規則の扱いや安全確保の取り組み状況について, 貴社内での把握状況, 特に第 150 条の 4 の施行通達の一部改正による協働ロボット対応について)
回 答	- 産業ロボット安全規則に基づき, 速度管理や非常停止装置の設置, 柵の設置など安全対策を徹底しており, RA を実施した上で運用している. - 協働ロボットの安全対策は ISO や JIS に準拠し, RA を実施して対応している.
【質問2】	リスクアセスメントの実施状況について教えてください。(製品設計における取り組みと状況, 製造段階における取り組みと状況)について)
回 答	- 仕様打ち合わせ時にユーザと RA 内容を共有し, 合意形成や教育を行うことが重要と認識している. - RA 表を用いてリスクのランク付けを行い, チェックパターンを標準化して進めている. - 残留リスク管理表を作成し, 保守段階までタスク分析をしている. エビデンスとしてドキュメントを作成している. - ユーザの理解度に応じてリスク説明や安全教育を行い, 理解できない場合は先に進めないとしている.
【質問3】	ロボット関連安全規格への対応状況について教えてください.
回 答	- 残留リスク作成まで含めた RA をユーザ承認のもとで実施し, ISO10218 などの基準を網羅して進めている. - 設計者も基準を把握しながら RA の中で制御して進めている. 2025 年 2 月発行の規格改定版については認識が甘く, 現在鋭意対応中である. - 新規センサ導入による ISO 改訂版対応を検討しているが, 協働ロボットの危険性認識不足があるため, 海外製品の活用や規格対応のための勉強を進めている. - 走行台車がロボットの外部軸扱いとなるかは未確定である. - 改訂 JIS 規格が発行されればそれに従う必要があり, 現段階では対応が遅れているが意識は高まっている. - 規格適合の協働ロボットを用いて, ユーザ側で上位の安全システムを構築しているが, ロボットメーカーは単体ロボット以外の安全面の責任は回避している傾向がある. - 安全機能の衝撃力低減(フォースリミット)については, ユーザの要請で現場での測定を行った.
【質問4】	ロボットに関連する他の機械安全規格類(主に ISO 10218-1,2 が引用する規格)への対応状況について教えてください.
回 答	産業用途のロボットに関しては機械安全や電気安全, 制御安全の規格が適用されており, 安全距離やインターロックなどの基本的な主要要件はほぼカバーしている.
【質問5】	機能安全規格類への対応状況について教えてください.
回 答	- ロボット本体の安全機能を使っており, 監視領域の設定はできるが, それ以外は標準の機能しか使っていない. - RA に基づき安全水準(PL)の割り振りを行なっている. また, 安全速度の検証も行なっている. - RA の結果, ライトカーテンやセンサの安全水準や価格の差が見積もりで生じても, メンテ等を考慮して統一仕様にすることがある. 自社の RA フォーマットを指定して, 仕様が指定される場合もある. - 最新情報の入手が困難であるので, SIer 協会による基準改定情報の発信や対応製品の PR を期待している. - ソフトウェアの安全性確保は個人の技能に依存して課題が多い. - 走行しながらアームを動かす作業は現状ほとんど存在しないが, 将来的にはタクト短縮のためにこのような移動中の作業が検討される可能性がある.

【質問6】	「機能安全活用テキスト」,「機能安全活用実践マニュアル ロボットシステム編」(中災防)の認知度と活用状況について教えてください。
回 答	・ 教材は基本的な考え方を示しており,ネット上で見て参考になった. より深い内容は各安全機器メーカーの自社製品に対する設計ガイドを参照する必要がある. ・ ロボットメーカーの資料や SIer 協会の基礎講座資料なども参考になる. ・ セーフティアセッサ資格の取得者はまだいないが, 所得する方向に進んでいる. ・ 機械安全教育制度の認知度は低く, 特に SIer 業界では十分に実施されていないと思う. ・ 今後の教材は基礎レベルの普及用と設計者向けの深掘り資料, あるいは技術屋向けと技術営業向けの資料のような二層構造が望ましい.
【質問7】	ロボット及び機能安全に関する国内規則と機械安全規格類との整合状況について, 疑問点や問題点, 要望等あれば教えてください。
回 答	・ 労働安全規則と ISO/JIS 規格の技術格差が大きく, 規格の安全基準強化によるコスト増加と設備投資抑制のジレンマが存在する. 標準規格は標準の技術進展を目指すべきで, あまり縛り付けるべきではないと思う. ・ 協働ロボットは力のリミット機能を安全対策の一部として持つが, これはどちらかというとおまけで, 実際にはエリアセンサ等の安全機器と連携した物理的な安全策が基本である. ・ 安全対策に関する情報は入手しづらく, メーカーのウェブサイト等での情報提供の充実が求められている.
【質問8】	貴社内における産業用ロボット特別教育の実施状況, ユーザへのリスクアセスメント指導や安全教育の実施の有無と状況を教えてください。
回 答	・ 事業主に特別教育の実施責任があることを知らない SIer も多い. ・ 特別教育の教示と検査の区分が変化し, 検査の実施に関して現場での違和感や課題が存在している.
【質問9】	貴社で協働アプリケーションを開発, 販売, 普及する際に困っていることや要望があれば教えてください。
回 答	・ SIer 協会の活動を通じてロボットの安全教育の認識は高まっているが, SIer に対する特別教育やルールの整備がさらに求められている. ・ 安全対策のコスト増加が問題視されており, コスト低減と安全意識向上の両立が求められている. ・ ロボットのコストに関して, 量産機器としての単体とシステム化した場合の価格差に対する理解が不足しており, オーナまで説明が届かないことがある. ・ セーフティアセッサの義務化や基礎教育の充実が必要であり, ユーザも含めた広範な安全知識の普及が必要である. ・ 国産メーカーへの信頼感が高く, 認証やブランドによる信用の確立が重要であるが, 現状は自主的に情報収集しなければならない状況である.

表 C-(3)-4 ロボットの協働アプリケーションに関する国内実態調査 調査結果票ー D 社ー

【質問1】	労働安全衛生規則(第 36 条の特別教育, 第 150, 151 条の産業用ロボットに関する要件)の理解度について教えてください。(貴社で使用するロボットの同規則「産業用ロボット」への該当の有無→該当しない場合は同規則の扱いや安全確保の取り組み状況について, 貴社内での把握状況, 特に第 150 条の 4 の施行通達の一部改正による協働ロボット対応について)
回 答	・ 当社が扱う協働ロボットは産業用ロボットに該当する。 ・ 社内での労働安全性規則の理解は一定程度あると確認された。
【質問2】	リスクアセスメントの実施状況について教えてください。(製品設計における取り組みと状況, 製造段階における取り組みと状況)について)
回 答	・ RA は主にユーザと共同で実施しているが, 大手企業は理解が進んでいるが中小企業は理解不足で指導が必要である。 ・ 設計開発段階での RA 範囲は設置から試運転ぐらいまでだが, 大手ユーザによっては運用, メンテまで実施して提供いただくこともある。 ・ 当社の製造段階でも当然実施している。
【質問3】	ロボット関連安全規格への対応状況について教えてください。
回 答	・ ISO の最新改定についてはほとんどフォローできておらず, 変わったことを知ってるだけで, どう変わったかはまだ分からない。 ・ 協働ロボットシステム構築においては, 自社で新たにコントローラーを設計するのではなく, 既存ロボットの安全機能を有効活用する方針である。 ・ ユーザからの要求があれば 2025 年版 ISO 対応に向けての勉強が必要と思うが, ユーザから規格の具体的な年度や規格番号の指定は現時点でない。
【質問4】	ロボットに関連する他の機械安全規格類(主に ISO 10218-1,2 が引用する規格)への対応状況について教えてください。
回 答	・ 機械安全や電気安全の規格対応では, 安全距離やセンサ, インターロック, 非常停止などの機能を重視し, 特に隙間の安全距離確保に注力している。
【質問5】	機能安全規格類への対応状況について教えてください。
回 答	・ 機能安全に関しては, 主に機械系の規格を適用し, ソフトウェア安全規格の参照は少ない。カテゴリ 3 を標準とし, RA 結果により調整するが, 達成が難しいカテゴリ 4 は現状ほとんど採用されていない。 ・ 協働に限らず, 産業用ロボットではユーザで何か起こった時に責任を持ってないので, 同社が勝手に安全レベルを上げていることもある。 ・ 搬送・移動機構はコンベア程度までである。 ・ 機能安全評価ツールはバージョンアップに伴うライブラリ消失で使用が停滞しており, 日本語版があれば使い込んでみたい。
【質問6】	「機能安全活用テキスト」, 「機能安全活用実践マニュアル ロボットシステム編」(中災防)の認知度と活用状況について教えてください。
回 答	・ 一部の社員を除いて, テキストを読むだけでの理解は困難であり, 実際の講義や指導者を育てる講習会の開催が必要である。実施されれば積極的に参加したい。 ・ 画像や実物を用いた説明が理解を助け, 危険パターンの具体例を示すことで安全意識の向上が期待される。 ・ 運用の不明確さが安全機能に影響するので, ユーザ側での運用の仕様の明確化が課題である。
【質問7】	ロボット及び機能安全に関する国内規則と機械安全規格類との整合状況について, 疑問点や問題点, 要望等あれば教えてください。
回 答	・ 2 号通達で, 柵のない協働ロボットということが強調されてしまい, RA が必要ということが周知されていない。 ・ 協働ロボットとして市販されているものは 80W 規制外という誤解も生じており, 80W 超の協働ロボットは安全教育不要と思われることもある。 ・ 基本的に, 安全規則は安全規格の方に合わせて行くべきと思う。

【質問8】	貴社内における産業用ロボット特別教育の実施状況、ユーザへのリスクアセスメント指導や安全教育の実施の有無と状況を教えてください。
回 答	・ インストラクタが 2 名おり、ロボット関連業務に携わる人は全て特別教育を受けている。社内だけでなくユーザに対しても実施している。 ・ 教育カリキュラムは厚労省のテキストに準拠しているが、実技時間の確保や、教示と検査の内容の調整と不明確さが課題としてある。 ・ 検査の定義が曖昧で、ユーザでの本格的な検査はほとんど行われていない現状があるので、メーカ、SIer の検査業務と切り分ける必要がある。 ・ 残留リスクの情報提供が不十分であり、メーカやインテグレータからユーザへ適切に伝達されていない課題がある。 ・ 機械安全教育の普及促進が必要であり、厚労省の制度はあるものの実際の社内運用や周知が不足している。
【質問9】	貴社で協働アプリケーションを開発、販売、普及する際に困っていることや要望があれば教えてください。
回 答	・ 協働ロボットにもともと備わる速度変更などの安全機能を利用しているが、メーカ依存度が高いことがネックとなっている。メーカ間で安全機能の基準を統一し、一定レベルの機能を標準提供して欲しい。 ・ ユーザからは単体協働ロボットの安全機能以上の要求が出ることはない。 ・ 新しい安全機能の導入にあたっては、メーカのテストや実証実験をユーザと共に行い、機能の確認を進めている。 ・ 事前検証のために、メーカの協力や社内設備の整備が必要であり、実物を用いたテストが不可欠と思う。 ・ 安全対策にかかる費用負担は大企業と中小企業で大きな差があるのは事実であり、中小企業では予算確保が困難なため費用対効果の課題が存在する。 ・ PL 訴訟リスクを考慮し、改造や安全機能の変更には証拠を残す対応が求められている。

表 C-(3)-5 ロボットの協働アプリケーションに関する国内実態調査 調査結果票－ E 社－

【質問1】	労働安全衛生規則(第 36 条の特別教育, 第 150, 151 条の産業用ロボットに関する要件)の理解度について教えてください。(貴社で使用するロボットの同規則「産業用ロボット」への該当の有無→該当しない場合は同規則の扱いや安全確保の取り組み状況について, 貴社内での把握状況, 特に第 150 条の 4 の施行通達の一部改正による協働ロボット対応について)
回 答	・ 安全教育は主にロボットメーカが実施しており, 社内での教育は限定的だが, 資格を持つインストラクタが対応可能な体制を整えている. ・ 80W 以下のロボットについては規制が緩いが, 社内検査や設計時に出力制限を設けており, 安全な運用を指導している.
【質問2】	リスクアセスメントの実施状況について教えてください。(製品設計における取り組みと状況, 製造段階における取り組みと状況)について)
回 答	・ RA は社内用フォーマットを作成して使用しているが, ユーザの指示があればそれを優先して対応している. ・ ユーザの設計要求に基づき RA を実施し, 自社ルールに基づいた安全性を確保する指導を行っているが, ユーザ側の改造や変更には介入していない. ・ リスクの検証や試験は必要に応じて実施している. 新しい規格に基づく標準的な測定方法も導入されているが, 全ての案件で実施されているわけではない. ・ RA の費用は見積もりに含めて提示しており, 想定以上の要求があれば対応を検討するが, 適正な対価の理解が課題となっている.
【質問3】	ロボット関連安全規格への対応状況について教えてください.
回 答	・ 協働ロボットの 4 方式(ハンドガイド, パワー制限等)に関する設計方針を策定し, 安全対策の具体的なレベルは RA で判断し, 決まったパターンに基づく設計指針を適用する方針である. ・ 昨年改定された ISO 規格については勉強は進めているが, 現時点では十分に組み込めていない. 社内の職種により理解のレベルが異なる.
【質問4】	ロボットに関連する他の機械安全規格類(主に ISO 10218-1,2 が引用する規格)への対応状況について教えてください.
回 答	・ 安全距離やインターロック, 電気安全などの基本的な主要規格はほぼカバーされている. ・ との機械安全や電気安全の規格対応では, 安全距離やセンサ, インターロック, 非常停止などの機能を重視し, 特に隙間の安全距離確保に注力している.
【質問5】	機能安全規格類への対応状況について教えてください.
回 答	・ ISO13849 の PL 評価を基にした機能安全のチェックリストを作成して, やるべきことを確認している. ・ 若手設計者にはセーフティアセッサの取得を勧めており, そこで勉強はさせている. ・ ロボット単体の安全機能が認証をとっているならば, その機能をそのまま使用するので, 機能安全という点は特に気にしていない.
【質問6】	「機能安全活用テキスト」, 「機能安全活用実践マニュアル ロボットシステム編」(中災防)の認知度と活用状況について教えてください.
回 答	・ セーフティアセッサのテキストで参考文献にされていることは認識していたが, 教材自体は知らなかった. ・ SIer 協会のスキル読本でも機能安全はほとんど触れられていない. ・ ISO 規格の番号が覚えにくく, どこに何を書いてあるかという解説よりも, 実務でどうすればよいか分かる資料が求められる. ・ メーカ自身が安全の基準や問題点を宣言する姿勢が, 日本の安全文化の熟成には必要と思う. ・ 若手は実務経験が乏しいので, 本当のところ理解が難しいと思う.

【質問7】	ロボット及び機能安全に関する国内規則と機械安全規格類との整合状況について、疑問点や問題点、要望等あれば教えてください。
回 答	・ 国内規則と ISO 規格との不整合や用語定義の変化により、どの基準に従うべきかが不明瞭であり、現場での混乱が生じている。 ・ ユーザとメーカー間で協働ロボットの安全柵の必要性について誤解があり、SIer が板挟みの状況にある。 ・ SIer が RA をちゃんと行なって、ユーザと何回もキャッチボールをして認証して、初めて効果が出る。 ・ ISO 規格の力の安全基準はあくまで目安であり、大いに参考にはするが、実際の安全判断は現物主義で行い、危険な場合は適切な対策を講じる。
【質問8】	貴社内における産業用ロボット特別教育の実施状況、ユーザへのリスクアセスメント指導や安全教育の実施の有無と状況を教えてください。
回 答	・ インストラクタ資格保持者がおり、ユーザへの指導、対応も進めている。
【質問9】	貴社で協働アプリケーションを開発、販売、普及する際に困っていることや要望があれば教えてください。
回 答	・ 学生のインターンシップでのロボットプログラム変更をさせたときに安全教育は必要かと悩んだが、リスクがあれば実施すべきとなった。 ・ ユーザのコスト意識に応じたシステム設計の妥協点とリスク担保については、妥協が許されない部分は受注しない方針としている。

表 C-(3)-6 ロボットの協働アプリケーションに関する国内実態調査 調査結果票－ F 社－

【質問1】	労働安全衛生規則(第 36 条の特別教育, 第 150, 151 条の産業用ロボットに関する要件)の理解度について教えてください。(貴社で使用するロボットの同規則「産業用ロボット」への該当の有無→該当しない場合は同規則の扱いや安全確保の取り組み状況について, 貴社内での把握状況, 特に第 150 条の 4 の施行通達の一部改正による協働ロボット対応について)
回 答	・ 協働ロボットに関する安全適合や RA を社内でも実施し, 基本的にロボット設備ではカテゴリ 3 以上を確保するというので社内のルール化はされている. 技術ファイルも作成している. ・ ISO10218-1 の要求を満たす教育や計算シートによる安全距離の算出を行い, リスクの説明と対策を実施している. ・ ユーザの要望で改造時には安全カテゴリの確保を提案しているが, コスト面での課題もある. ・ RA ではユーザによって算出式が異なる場合があり, どちらを採用するか相談している.
【質問2】	リスクアセスメントの実施状況について教えてください。(製品設計における取り組みと状況, 製造段階における取り組みと状況)について)
回 答	・ リスクアセスメントは設計開発部門だけでなくサービス部門も含め, 多面的に実施しており, サブアセッサの拡大を進めている. ・ RA シートは自動運転やティーチング, 保全などモード別に体系化され, 作業の種類ごとに細分化されており, これはトヨタからの指導を受けている. ・ 認定されたリードアセッサの存在が重要であり, ISO からも求められる体制作りを進めている. ・ 設計段階で作成した RA は製造部門と共有し, 注意点を伝えながら活用している.
【質問3】	ロボット関連安全規格への対応状況について教えてください.
回 答	・ ロボット安全規格は開発担当だけでなく営業部門にも周知されており, 営業からユーザへ安全の必要性を説明している. ・ 最新の安全規格改定についてはセミナー参加などで内容把握はしているが, 設計への反映はまだ進んでいない. ・ 協働ロボットの新技术(力の監視, 速度距離監視)はファナック製品の認証済み機能を利用し, カスタム仕様の場合は本社で再検討し, システム全体の機能安全設計は自社で担当している. ・ 制御盤の標準化や配線処理の標準仕様書を整備し, 予期せぬ動作防止などの安全対策もほぼ対応済みである.
【質問4】	ロボットに関連する他の機械安全規格類(主に ISO 10218-1,2 が引用する規格)への対応状況について教えてください.
回 答	・ ロボット安全規格で引用している上位規格はほぼ網羅しているが, 機能安全規格についてはまだ読み込みが進んでいない. ・ EMC やセンサはシステムに準拠して作られているが, システム全体の第三者認証取得は現実的でなく, 自己宣言で対応している.
【質問5】	機能安全規格類への対応状況について教えてください.
回 答	・ 機能安全規格は主に ISO13849 ベースで対応し, SIL 評価は行わず, PLC などの安全機器はメーカーの認証を利用している. ・ 機能安全評価ツールは過去に使用したが現在は利用なく, 他の機能安全規格の参照もなく 13849 で十分対応可能と判断している. ・ 安全水準の目標が規格で決め打ちされている場合の方が, RA から自分で決定する場合よりも利便性が高い.
【質問6】	「機能安全活用テキスト」, 「機能安全活用実践マニュアル ロボットシステム編」(中災防)の認知度と活用状況について教えてください.
回 答	・ 機能安全の設計・開発担当者は規格や本テキストを参考にしているが, 深い理解や詳細設計のニーズはまだ高くない. ・ セーフティアセッサのテキストを参考にしているが, 実際は PL の組み合わせ程度で済んでいる. ・ 本テキストは初学者には分量が多いため, 実例を用いた段階的な学習が必要である. ・ 演習問題や教育ビデオの活用により, 実践的な理解促進が期待される.

【質問7】	ロボット及び機能安全に関する国内規則と機械安全規格類との整合状況について、疑問点や問題点、要望等あれば教えてください。
回 答	・ 80W 以下という基準に関して、実際の推力測定や評価位置の整合性に課題があり、メーカーとユーザー間でミスマッチが起こっている。結局、物理的接触部分での評価が重要である。 ・ コストを抑えるために規格の基準に従わない事例もあり、メーカー側としてはその現状に懸念を示している。
【質問8】	貴社内における産業用ロボット特別教育の実施状況、ユーザーへのリスクアセスメント指導や安全教育の実施の有無と状況を教えてください。
回 答	・ 社内で新入社員も含めて特別教育を実施しており、関係者は労働安全衛生規則を十分理解している。 ・ ユーザに対しても RA 教育を実施し、共にリスクレベルを許容範囲まで下げる取り組みを行っている。
【質問9】	貴社で協働アプリケーションを開発、販売、普及する際に困っていることや要望があれば教えてください。
回 答	・ 最新の安全技術導入やコスト問題、協働ロボットの安全速度設定の不透明さ(エンドエフェクタを含めた速度)、海外メーカーとの競争における規制強化の必要性(特に高速稼働の中国製ロボット)、及び安全仕様の周知不足による見積りの差異が課題としてある。 ・ 協働ロボットに対するユーザーの誤解(柵が不要、人と普通に仕事ができる等)を解くためにも、SIer 側からの周知や認知理解度の向上が必要である。 ・ ユーザの安全への理解不足から、装置メーカーとの間でコストや仕様に大きな乖離が出る問題がある。

表 C-(3)-7 ロボットの協働アプリケーションに関する国内実態調査 調査結果票ー G 社ー

【質問1】	労働安全衛生規則(第 36 条の特別教育, 第 150, 151 条の産業用ロボットに関する要件)の理解度について教えてください。(貴社で使用するロボットの同規則「産業用ロボット」への該当の有無→該当しない場合は同規則の扱いや安全確保の取り組み状況について, 貴社内での把握状況, 特に第 150 条の 4 の施行通達の一部改正による協働ロボット対応について)
回 答	・ 労働安全衛生規則は理解している。 ・ 社内ではロボット安全特別教育を実施しており, 新入社員やロボット関連業務に直接関わらない者も含めて受講させている。教示と検査の教育を用意している。 ・ セーフティサブアセッサ, セーフティアセッサ等の資格取得も進めており, 社内で安全知識を持つ人材を育成している。 ・ 多様なメーカーのロボット・サービスロボットを扱うため, メーカーを招いた教育と OJT を併用している。操作教育はメーカーごとの知見と社内技術者の継承により対応している。
【質問2】	リスクアセスメントの実施状況について教えてください。(製品設計における取り組みと状況, 製造段階における取り組みと状況)について)
回 答	・ 設計段階では図面を用いて危険源や立入位置を想定し, リスクの大部分を事前に潰す。図面段階で 8~9 割程度は対策できるが, 最終的には現物を製作し, ユーザ工場で稼働させる前に再確認し, 必要に応じて追加対策を行う。 ・ 見積もり段階から, 作業者が立ち入る可能性のある位置, 想定作業, 安全機器設置予定をユーザに説明している。 ・ 最終的にはアセスメント提言書等により, 残留リスクや必要な運用上の注意を説明する。ユーザ側の現場担当者から情報を出してもらい, 通常作業では見えにくい実作業上の動きや想定される例外的な作業などを踏まえてリスクアセスメントを見直し, 共同で確認している。 ・ ユーザ自身がロボットシステムのリスクアセスメントを十分に実施できるケースは少なく, 大手企業の一部に限られるとの認識である。このため, 通常は弊社がリスクアセスメントを支援し, 内容を説明してユーザの疑問を解消した上で, 残留リスクを共有している。 ・ 産業用ロボットとサービスロボットを横断するような案件では, センサの種類, 検知範囲, 停止精度などを説明し, 単に「ロボットを使えるか」ではなく, どの条件で使うべきかを伝えている。
【質問3】	ロボット関連安全規格への対応状況について教えてください。
回 答	・ ISO 10218 の他, ISO 13482 と ISO 31101, ISO 3691-4 などについても, 産業用ロボットとサービスロボットの両面から認識している。サービスロボットについては, 販売・取扱機種ごとの取得認証や確認書を整理している。大手ユーザでは, 安全認証を取得しているかが商談の初期段階で確認されることがある。 ・ ISO10218 の改訂については, インターネット上の解説等を参照して勉強しているが, 解説者により微妙に解釈が異なり, 判断基準が分かり難い。国内ではどう解釈すべきかを示す明確な解説や基準が望まれる。 ・ 中国製, 欧州製のロボットでは, メーカーが認証を取得している例がある一方, 日本国内では認証なしでも流通する場合があり, どの情報を信用すべきか分かり難い。
【質問4】	ロボットに関連する他の機械安全規格類(主に ISO 10218-1,2 が引用する規格)への対応状況について教えてください。
回 答	・ ISO 10218 に関連する機械安全, 電気安全, センサ, 安全関連制御の ISO/IEC 規格をアプリケーションに応じて確認し, 設計で参照している。 ・ エンドエフェクタやハンド周りについては, 先端が板状の場合, 側面接触と突き込み方向で危険性が大きく異なる。ハンドの板厚, 形状, 速度, 力の組み合わせについて, 設計者が使い易い実務的な指針がほしい。 ・ ISO/TS 15066 のような部位別の力・圧力基準は参考になるが, 小型ロボットや簡易用途向けに, より粗く, 実務者が使いやすい判断基準があると有用。一定以上の力・圧力で潰れる簡易ツールなど, 現場で使える検証手段があるとよい。

【質問5】	機能安全規格類への対応状況について教えてください。
回 答	・ ユーザからカテゴリ3 や PL d などの要求がある場合、安全リレー、安全 PLC 等を選定し、要求性能を満たすか、計算して資料化している。 ・ 機能安全の評価について、現時点では専用ツールを用いてはいない。過去に手作業で計算・資料作成に苦労した経験があり、使いやすいツールがあれば活用したい。 ・ 協働ロボットではロボット本体の接触停止、エリア設定、安全 I/O 等の機能を利用するが、出荷前に必要機能が正しく働くか検査している。特定姿勢で接触停止が効くかなど、社内で確認のノウハウを持っている。 ・ 国内メーカは SIer 向けページ等でアップデート情報を確認できる例があるが、一部海外メーカでは情報提供が不十分であり、バージョン管理と品質保証が課題。中国製協働ロボットで、接触停止が特定姿勢で働かない、エリアセンサ設定や安全 I/O 設定がうまく機能しないといった事象があり、メーカからファームウェア・コントローラバージョンが古いとの回答を受けた事例がある。
【質問6】	「機能安全活用テキスト」、「機能安全活用実践マニュアル ロボットシステム編」(中災防)の認知度と活用状況について教えてください。
回 答	・ 厚労省・中災防関連の資料については、セーフティアセッサ等の講習で存在を知り、見たことがある。基礎として有用だが、実務にそのまま適用するには古さや不足がある。 ・ ユーザ向けには、詳細な規格の解説だけでなく、動画、短い単元、実例、チェックリストを用いた実務的教材が望ましい。
【質問7】	ロボット及び機能安全に関する国内規則と機械安全規格類との整合状況について、疑問点や問題点、要望等あれば教えてください。
回 答	・ 国内規則では安全柵で囲うことが明示されている一方、セーフティスキヤナ等の安全機器は「その他安全機器」のように扱われ、具体的な位置付けが不明確である。安全柵以外の安全方策を明文化すべき。 ・ 「協働ロボットは柵が不要」という誤解がユーザ側に強く残っている。実際には設置スペースが小さく、セーフティスキヤナを設けても隔離距離を取れない、ハンドやワークが危険、速度を上げると接触停止だけでは不十分などの場合があり、資料を用いてリスクを説明している。 ・ 展示会やショールームでの柵なしデモについて、説明員の配置、停止手段、来場者の立入範囲等を定めたガイドラインがあるとよい。 ・ 産業用ロボット、協働ロボット、サービスロボット、ヒューマノイドなどの境界が実務上あいまいになっており、国内規則が技術の変化に追いついていない。
【質問8】	貴社内における産業用ロボット特別教育の実施状況、ユーザへのリスクアセスメント指導や安全教育の実施の有無と状況を教えてください。
回 答	・ ロボット安全特別教育を社内で継続的に実施しており、新入社員やロボット関連業務に直接関わらない者も含めて受講させている。教示と検査の教育を用意しており、中災防の教材をベースとしつつ、そのままでは古い部分があるため、社内で内容を変更・補足している。 ・ 業界全体については、特別教育の内容・実技の扱い・講師の力量にばらつきがあると感じている。座学中心で実技を十分に行わない講習や、ロボットメーカが自社機種の操作説明に多くの時間を使う講習もある。講師個人の経験やスキルにより講義内容が大きく変わる点も課題。 ・ ユーザに対しては、見積もり・設計段階で安全対策方針、作業者の立入位置、安全機器の設置予定、残留リスクを説明している。 ・ 安全特別教育を受けていない IT 系の新規参入ユーザが増える可能性があり、業界全体としてユーザ向け教育の標準化と周知が必要である。
【質問9】	貴社で協働アプリケーションを開発、販売、普及する際に困っていることや要望があれば教えてください。
回 答	・ カテゴリや PL をきちんと満たす構成を提案し、資料を作成するとコストが上がる。複数社見積もりでは安全対策を含めた提案が価格競争で不利になり、付加価値を説明しても難しい。 ・ ロボット導入促進と安全確保を両立するため、国・業界による教育、実務指針、メーカの情報開示、低コストの検証ツールの整備などが今後必要だと思う。

表 C-(3)-8 ロボットの協働アプリケーションに関する国内実態調査 調査結果票－ H 社－

【質問1】	労働安全衛生規則(第 36 条の特別教育, 第 150, 151 条の産業用ロボットに関する要件)の理解度について教えてください。(貴社で使用するロボットの同規則「産業用ロボット」への該当の有無→該当しない場合は同規則の扱いや安全確保の取り組み状況について, 貴社内での把握状況, 特に第 150 条の 4 の施行通達の一部改正による協働ロボット対応について)
回 答	・ 安衛則は理解しているが, JIS, ISO との相互関係については必ずしもよく分かっていない. 規格を満足すれば足りるのか, 法規則との関係をどう整理すべきかに不明確さがある. ・ 特別教育については, 社内オペレーター等は受講済みであり, 長年の経験がある. ・ 特別教育の意義について, 現行のままでよいかは別として, 制度自体は絶対に必要だと考える. ・ ただし, 2 日間の座学・実技が形式的になりやすく, 受講者には退屈に感じられる面もあるのが課題. また, 事故が起こらない限り罰則の抑止力が弱く, 受講の実効性確保も問題と認識している.
【質問2】	リスクアセスメントの実施状況について教えてください。(製品設計における取り組みと状況, 製造段階における取り組みと状況)について)
回 答	・ リスクアセスメントは実施している. 実際の現場対応では, カード, センサ, 速度低減, 非常停止, 作業手順, 教育を組み合わせで危険を低減している. ・ SIer としては, 顧客と相談しながら, 現実成立するか, コストに収まるか, 安全上どこまで対策するかとのバランスを取っている. ・ リスクアセスメントは人間の知恵だけでは見落としがあり得るため, 人間の起こり得る動作を止める, フェールセーフにするなど, センサメカや機器メカとの連携が必要である. ・ シミュレーションツールについては, コストがかかる, 新しいロボットのデータに対応していない, 過去のデータのままで新規インテグレーションに利用できないなどの理由から, 導入をやめた.
【質問3】	ロボット関連安全規格への対応状況について教えてください.
回 答	・ ISO 10218 などロボット関連の安全規格は, 内容が難解であり, 特に「なぜその要求になったのか」という背景が分かり難い. 実務者が理解できる解説や背景説明が必要と思う. ・ ISO 10218 でメカ側とシステムインテグレータ側が分けられていることについて, ロボット単体とハンド・ワークを含むシステム全体の安全責任の切り分けが誤解を生みやすい. ・ メカはロボット本体側だけだが, 協働ロボットの接触前停止や近接停止のデモでは, 手首から先, ハンド, 保持物がどうなるのかまで考えなければならない. ・ 2025 年の改訂版で「原則」という表現が増えたことに違和感を感じる.
【質問4】	ロボットに関連する他の機械安全規格類(主に ISO 10218-1,2 が引用する規格)への対応状況について教えてください.
回 答	・ 抽象的な要求だけでは実務に落とし込み難い. 例えば, 「適切な距離をとる」という記述だけでは, 現場でどう作ればよいかわからない. ・ リライアブルコントロール, カテゴリ, 安全回路等について, 学問的説明だけでなく, 電気設備技術基準の解釈や内線規程のように, 具体的な回路構成例や難しさの解説が必要である. ・ 既存の人手作業をロボット化する場合, 人に対して課せられていた安全法規や作業環境上の要求も併せて確認する必要がある.
【質問5】	機能安全規格類への対応状況について教えてください.
回 答	・ 機能安全は内容が難しい. 現場では, 単にシーケンサーへセンサ信号を入れるだけでなく, 安全コントローラーや安全制御系の縛りを考慮して対応している. ・ 機能安全評価ツール(SISTEMA)については, コストがかかる, 新しいロボットに対応しない, データが古い等の理由から, 導入をやめた. ・ 老朽設備のレトロフィットでは, 安全リレー回路, 非常停止回路, ジャンパ線の残存, 非常停止ボタンを押しても実際には危険源が遮断されない領域があるなどが問題になることがある. ・ ソフトウェア安全について, ラダーやプログラムの書き方に個人差が大きく, インターロックや再起動時の動作, コメント, アーキテクチャ等の基本的な作法を共有するガイドラインがあると良い.

【質問6】	「機能安全活用テキスト」、「機能安全活用実践マニュアル ロボットシステム編」(中災防)の認知度と活用状況について教えてください。
回 答	・ 厚労省の資料は参照している。ただし、すべてのSIerが読んでいるかは疑問で、自分に関連する箇所をつまみ食いして読むと都合の良く解釈してしまうおそれがある。 ・ 中災防の資料は、平成 29 年頃の公表のため、通信・ネットワークを含む最近の協働ロボット・制御システムの変化を十分に反映しておらず、更新できるなら更新してほしい。 ・ 安全衛生法をベースとする法規制であれば、公式情報へのアクセス性が重要であり、規格・解説の無料化または低価格化、公式解釈の明確化が望ましい。 ・ 若手向けには、規格を読むだけでなく、「なぜそうなったのか」を考える勉強会が必要。 ・ 安全のために「どこまでやればよいか」が明確でなく、経験に基づいて「これが安全であろう」と判断している状態である。国・業界には、用途別ガイドライン、事故情報共有、ソフトウェア安全作法、テスト事例、公式解釈の整備を期待する。
【質問7】	ロボット及び機能安全に関する国内規則と機械安全規格類との整合状況について、疑問点や問題点、要望等あれば教えてください。
回 答	・ 80W 基準など日本独自の規制について、グローバルには意味が薄く、リスクアセスメントを基礎に、使用者が残留リスクを受け入れられるか、リスクを最大限低減できているか、運用が維持できるかで考えるべき。 ・ 海外の SNS 等ではロボット事故動画が見える一方、日本では事業者が報告を避ける、情報が消える、事故状況が共有され難い傾向にあると思う。教育では、実際に何が起きたのかが分かる事例の方が強い効果を持つ。 ・ マネージメント上、ラインを止めてはいけないという圧力や、真面目な作業者が詰まりを直そうとして危険区域に手を出すことが事故につながる。これは単なる技術問題ではなく、現場管理と安全文化の問題でもある。 ・ 厚労省、経産省、国交省など省庁間で安全、産業振興、電気利用等の役割が縦割りになっており、横串での一気通貫した整理が必要に思う。
【質問8】	貴社内における産業用ロボット特別教育の実施状況、ユーザへのリスクアセスメント指導や安全教育の実施の有無と状況を教えてください。
回 答	・ 特別教育については、社内オペレーター等は受講済みであり、長年の経験がある。 ・ 導入先の事業主および作業にも、特別教育を受けるよう求めている。現場を見た上で、その現場で考えられるリスクや作業手順を教育に組み込み、受講者に考えさせ、作業手順などに反映している。 ・ 特別教育の標準的なテキストには、リスクアセスメントのやり方が十分入っていないと感じる。 ・ 事故動画や事例は、見せ方への配慮は必要だが、危険を直感的に理解する教材として有効。
【質問9】	貴社で協働アプリケーションを開発、販売、普及する際に困っていることや要望があれば教えてください。
回 答	・ 最大の課題の一つはコストである。安全対策、リスクアセスメント、センサ、安全制御、ソフト改修を丁寧に行うほど費用が上がり、ユーザが安価なロボットや簡易な構成を求める。 ・ 日本製ロボットは真面目に作られている一方、個別のインターロックソフトや通信変更を依頼すると高額・長納期になる。SIer から見ると、外部から制御しやすい、API が開いている、オープンな海外製ロボットの方が提案・実装しやすい。 ・ ロボットのソフトウェアが外注化・分業化され、メーカ内でもロボット全体を理解している人がいないのではないかな。 ・ メーカごとにティーチペンダント、教示方法、プログラミング方法が大きく異なるため、自動車の運転操作のように、メーカが異なっても概ね操作できる程度の HMI の共通化が望ましい。

(別添4)

研究成果の刊行に関する一覧表

書籍

著者氏名	論文タイトル名	書籍全体の 編集者名	書 籍 名	出版社名	出版地	出版年	ページ
なし							

雑誌

発表者氏名	論文タイトル名	発表誌名	巻号	ページ	出版年
齋藤剛，池田博 康	国際規格の改正を受け た産業用ロボットセル の機能安全活用実践マ ニュアル	第26回計測自 動制御学会シ ステムインテ グレーション 部門講演会 (SI2025)		pp.2862-28 66	2025

「厚生労働科学研究費における倫理審査及び利益相反の管理の状況に関する報告について
(平成26年4月14日科発0414第5号)」の別紙に定める様式

令和 8年 5月 7日

厚生労働大臣 殿

機関名 大阪工業大学

所属研究機関長 職 名 学長

氏 名 井上 晋

次の職員の(令和)7年度厚生労働科学研究費の調査研究における、倫理審査状況及び利益相反等の管理については以下のとおりです。

1. 研究事業名 厚生労働科学研究費補助金(労働安全衛生研究事業)
2. 研究課題名 協働ロボットの活用実態と規格・指針の整合性に関する調査研究(25JA1005)
3. 研究者名 (所属部署・職名) ロボティクス&デザイン工学部ロボット工学科
(氏名・フリガナ) 野田哲男・ノダアキオ
4. 倫理審査の状況

	該当性の有 無 有 無	左記で該当がある場合のみ記入(※1)		
		審査済み	審査した機関	未審査(※2)
人を対象とする生命科学・医学系研究に関する倫理指針(※3)	☐ 有 ☒ 無	☐		☐
遺伝子治療等臨床研究に関する指針	☐ 有 ☒ 無	☐		☐
厚生労働省の所管する実施機関における動物実験等の実施に関する基本指針	☐ 有 ☒ 無	☐		☐
その他、該当する倫理指針があれば記入すること (指針の名称:)	☐ 有 ☒ 無	☐		☐

(※1) 当該研究者が当該研究を実施するに当たり遵守すべき倫理指針に関する倫理委員会の審査が済んでいる場合は、「審査済み」にチェックし一部若しくは全部の審査が完了していない場合は、「未審査」にチェックすること。

その他(特記事項)

(※2) 未審査の場合は、その理由を記載すること。

(※3) 廃止前の「疫学研究に関する倫理指針」、「臨床研究に関する倫理指針」、「ヒトゲノム・遺伝子解析研究に関する倫理指針」、「人を対象とする医学系研究に関する倫理指針」に準拠する場合は、当該項目に記入すること。

5. 厚生労働分野の研究活動における不正行為への対応について

研究倫理教育の受講状況	受講 ☒ 未受講 ☐
-------------	---

6. 利益相反の管理

当研究機関におけるCOIの管理に関する規定の策定	有 ☒ 無 ☐ (無の場合はその理由:)
当研究機関におけるCOI委員会設置の有無	有 ☒ 無 ☐ (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての報告・審査の有無	有 ☒ 無 ☐ (無の場合はその理由:)
当研究に係るCOIについての指導・管理の有無	有 ☒ 無 ☐ (無の場合はその理由:)

(留意事項) ・該当する□にチェックを入れること。

・分担研究者の所属する機関の長も作成すること。