

安全な人間ロボット共存系 構築上の規制現状と課題

名古屋大学大学院 工学研究科
機械理工学専攻 山田 陽滋

国際安全規格

製造環境のロボット規格 (ISO 10218)
産業車両 (ISO 3691-4)
車いす (ISO 7176)
下肢義肢装具 (ISO 22675)
自動車機能安全 (ISO 26262)
生活支援ロボット (ISO 13482)

C
個別機械安全規格:
特定の機械に対し詳細な
安全要求事項を規定する規格

鉄道通信規格 (IEC 62278)
おもちゃ (EN 71-1)
遊技施設 (EN 13814)
知的アシスト装置 (ANSI T15.1)
家電屋内掃除機規格 (IEC/TC59F
で策定中)

制御システム安全関連 (ISO 13849-1)
安全距離規格 (ISO 13855)
圧力検知保護装置規格 (ISO 13856)
上肢下肢到達距離規格 (ISO 13857)
統合生産システム規格 (ISO 11161)
予期せぬ起動防止規格 (ISO 14118)
インタロック規格 (ISO 14119)

B
グループ安全規格:
広範囲の機械類で利用可能な
安全装置を扱う規格

電気設備安全規格 (IEC 60204-1)
家電安全規格 (IEC 60335-1)
緊急停止規格 (IEC 13850)
電気センサ存在検知 (IEC 61496)
センサ応用規格 (IEC 62046)
機能安全規格 (IEC 61508,62061)
EMC規格 (IEC 61000-6-2)
など

機械類の安全性-基本概念,
設計原則規格 (ISO 12100)
リスクアセスメント規格 (ISO/TR 14121-2)

A
基本安全規格:
全ての機械類で共通に利用可能な基本概念,設計原則を扱う規格

サービスロボットに関連する主な国際安全規格

製造環境におけるロボットの安全要求事項: ISO-10218-1[2] およびわが国における法規制との関係

5.10 Collaborative operation requirements

5.10.1 General

Robots designed for collaborative operation shall provide a visual indication when the robot is in collaborative operation and comply with one or more of the requirements in 5.10.2 to 5.10.6.

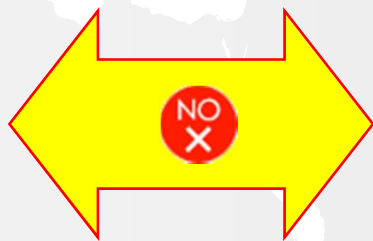
ISO 10218-1:2006(E)より抜粋

協調運転要求事項

定義された作業領域内で人間との協調運転のために設計されたロボットの協調運転が許されるのは、5.10.2～5.10.5のいずれかの機能の下

協調運転モード

安全に減速された速度(250mm/sを超えない)
原則、ISO 13849-1のカテゴリ-3に従う。
ハンドガイド、制御による力/パワーの制限
安全距離・速度の監視
ISO 13849-1:1999 のカテゴリ-3に従う。



労働安全衛生規則(産業用ロボット)

産業用ロボットにかかわる危険な労働として**次の3種類**。

- 教示等：可動範囲内において行う教示作業
- 運転中：ロボットに接触することによる危険を防止
- 検査等：可動範囲内において行う点検・修理・調整

労働安全衛生規則の改訂

労働安全衛生規則(適用範囲)

次のものを(安全衛生規則の適用範囲から)除く

- 定格出力(駆動用原動機を二以上有するもの)にあつては、それぞれの定格出力のうち最大のものが80W以下の駆動用原動機を有する機械

従来:

当該産業用ロボットにより接触することにより労働者に危険が生ずるおそれのあるとき
(安衛則第150条の4(運転中の危険の防止))



改訂後: **協働運転可能に**

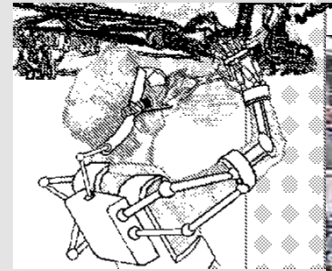
- 1 リスクアセスメントにより危険のおそれが無くなったと評価できるとき
 - ①産業量ロボットのマニプレータ等の力及び運動エネルギー
- TS15066(未発行)
 - ②産業量ロボットのマニプレータ等と周辺構造物に拘束される可能性
- 500mm以上あるいは、動力なしで人力で開放できる
 - ③産業用ロボットの形状や作業の状況
- 2 ISO 10218:2011に定める措置を実施した場合
技術ファイル及び適合宣言書

安全な人間・ロボット共存系の課題

自律共存型: セル生産

協力共存型: パワーアシスト

<http://newventurist.com/wp-content/uploads/2>



<http://blog.robotiq.com/Portals/13401/images/frida-abb-collaborative%20robot-human.jpg>

http://www.grine.co.jp/universalrobots/UR_brochure_JP.pdf



<http://response.jp/article/2010/11/25/148456.html>

	セル生産	パワーアシスト
省人化・導入率	○	△ 導入率が頭打ちになる
リスク(重篤度, 頻度)	△ ×	× △
生産現場の特徴	変種変量	加齢・女性進出
対象物	部品点数中程度	重量物

完全自動化はコスト高

※産業車両は, ISOの別規格 4

セル生産型人間・ロボット共存系の課題

安全要求事項

安全距離

速度: 25cm/s

機能安全

リスク/
リスクアセスメント

重篤度高(眼等)

痛覚耐性

頻度: 比較的高(手指)

安全上の課題

手先, ツールの運動がハザード

- 1 人間・ロボットの役割分担が明確になっていない
 - 人間・ロボットの関係が逆: 人間中心でない
- 2 安全衛生規則の通達が役に立たない
 - TS15066が発行されても, 実効的でない.
 - ※) 安全距離の考え方が産業車両に拡張され貢献

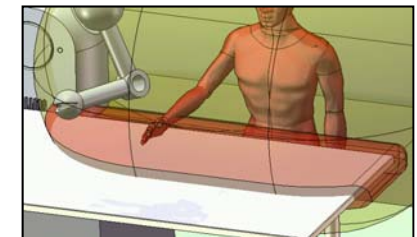
- 3 安全要求事項が技術発展を阻害
 - 本質安全の安全距離が過大・速度が過度に低
 - 要素技術(ビジョン, ドライバ等)の機能安全がコスト高



<http://www.pilz.de>



<http://www.castell.com>



まとめ

1 製造環境におけるロボットの安全要求事項の紹介

- ①安全衛生規則・ISOの比較
- ②協調運転の技術要件
- ③通達

2 安全な人間・ロボット共存系の形態

- ①セル生産形態
- ②パワーアシスト形態

3 セル生産形態を例として共存系の課題

- ①人間共存系における役割分担が不明確
- ②痛覚耐性は実効的でない
- ③安全要求事項が技術発展を阻害