

食品工場における協働ロボット運用時の 安全性確保ガイドライン

令和5年4月策定
農林水産省

はじめに

食品産業の就業者数は約 800 万人であり、そのうち約 130 万人が食品製造業に従事しています¹。一般的に食品製造業は労働集約型の産業と言われており、労働人口が減少していく中で、労働力の確保が課題となっています。また、食品製造業の労働生産性²は他の製造業と比較して約 60%程度³であり、食品製造業は労働生産性が低いという問題を抱えています。これらの解決に向けては、近年発展著しいロボットをはじめとした自動化技術等の活用が非常に有用と考えられます。

農林水産省の「みどりの食料システム戦略」（令和 3 年 5 月）においては、2030 年までに食品製造業の自動化等を進め、労働生産性を 3 割以上向上することを目指しており、食品製造業への自動化技術の導入を一層進めていくこととしています。

一方、食品製造業への自動化技術の導入にあたっては、原料として扱う農水産物の形状が不定形かつ繊細な取扱いが必要であるということや、多様な食品に対応する汎用性が必要であることから、技術の開発が難しいという課題があります。

そうした中、人と同一空間で稼働できる協働ロボットの開発が進み、人に代わって単純作業を行うことができるため、食品製造分野における活躍が期待されているところです。協働ロボットの現場への導入を進めるためには、まず、人とロボットが同一空間で安全に作業できることが前提であり、そのためのルールを明確にすることが必要です。

以上のことから、農林水産省は、協働ロボットに求められる機能や導入にあたって検討すべき事項、現場で対応すべき事項等をまとめた、食品工場における協働ロボット運用時の安全性確保を目的としたガイドラインを作成することとし、株式会社アールティが委託を受けて本ガイドラインを作成いたしました。

本ガイドラインの活用により、ロボット等の自動化技術の現場への導入が進み、食品製造業において省人化と生産の効率化により労働生産性が向上し、結果的に食品産業全体の活性化や発展につながることを期待しています。

（農林水産省 大臣官房新事業・食品産業部 食品製造課 食品企業行動室）

¹ 総務省「労働力調査」より算出（令和 3 年度）

² 1 年間に新たに生み出された付加価値額を総人員で割った値

³ 財務省法人企業統計より算出（令和 3 年度）

目 次

第1章	ガイドラインの基本的な考え方と定義.....	3
1.1	基本的な考え方	3
1.2	ガイドラインの構成.....	4
1.3	適用範囲	5
1.4	定義及び用語.....	5
第2章	安全性確保のための具体的な検討手順.....	10
2.1	関連法規、ガイドライン等.....	10
2.2	安全性確保の基本的な考え方	12
2.3	リスクアセスメントの必要性和食品工場特有の考慮事項.....	12
2.4	リスクアセスメントに関する基本情報.....	13
2.5	保護方策	18
2.6	事故発生時の対応.....	21
第3章	具体的なリスクアセスメント事例.....	24
3.1	タイプ1.....	25
3.2	タイプ2.....	31
第4章	おわりに.....	37

第1章 ガイドラインの基本的な考え方と定義

1.1 基本的な考え方

本ガイドラインは、食料品製造業の工場において導入される協働ロボット（定義は1.4.1参照）の運用時における労働者の安全性を確保することを目的とし、リスクアセスメントの実施等の安全性確保の基本的な考え方、協働ロボット運用時の注意点、関係者の役割等の指針を示すものである。

本ガイドラインの作成(令和5年4月)にあたっては、食品産業に造詣の深いロボットメーカー、安全規格の専門家及び大学有識者から形成される有識者委員会が、その内容についての検討を行った。具体的には、本ガイドラインの内容について、①既存の安全関連の法律、政令及び規則（以下「関連法令」という。）との整合性、②食品工場特有の危険性への配慮、③既存の工場の作業空間への協働ロボットの導入、運用時の関係者の対応等について検証を行った。各項目の基本的な考え方については、以降に示す。

1.1.1 既存の安全関連の法律、政令及び規則について

協働ロボットについては、その製作から現場への導入に至るまで労働者の安全と健康を確保するため、労働安全衛生法[1]、同法施行令[2]及び労働安全衛生規則[3]による規制の対象となっている。これらの法令に基づき様々な主体からロボット関連の安全に関するガイドライン等の指針が作成されており、本ガイドラインも同様の位置づけである。また、本ガイドラインでは食品を扱うことから、食品衛生法[4]、その関連施行令[5]及び食品衛生法施行規則[6]についても整合性を考慮し作成している。

また、ロボット関連の安全に関するガイドラインやテキストなどの関連文書としては、「次世代ロボット安全性確保ガイドライン[7](経済産業省)」、「機能安全活用テキスト[8]（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）」等がある。その他、協働ロボットが人と近い場所での作業、あるいは接触することを想定した場合のガイドラインとして「生活支援ロボット及びロボットシステムの安全性確保に関するガイドライン[9](ロボット革命・産業IoT イニシアティブ協議会、（以下「RRI」という。）)」等が既に公表されており、これらの資料等との整合性に配慮し作成している。

1.1.2 食品工場特有の危険性について

食品工場では食品の調理・加工等を行うことから、特有の危険源として、作業時に使用する道具（包丁等の刃物類、フライヤーや焼成機等の高温の熱源等）や清潔性を保つための薬

品類等（次亜塩素酸、アルコール等）がある。協働ロボットの導入と安全な運用のためには、協働ロボット自身の安全機能のほか、これらの危険源に対する配慮が必要である。本ガイドラインでは、食品工場特有の危険性に対するリスクアセスメントも含め、その内容について解説を行う。

1.1.3 作業空間への協働ロボットの導入、運用時の対応について

中央労働災害防止協会（厚生労働省）が発行した機能安全活用実践マニュアルロボットシステム編[10]によると、「産業用ロボットによる労働災害は減少してきているが、いまだに30件/年前後発生しており、その過半数は挟まれ・巻き込まれ災害や激突され災害という比較的重篤な危害を生じている」。労働者の安全を確保するためには、ロボット自身の安全性に加え、ロボットの使用者がロボットのシステムや動作方式、機能等を適切に認識し、作業を適正に実行することが必要であり、そのための教育が重要である。

また、具体的なリスクへの対応は現場を中心に行われるが、経営者においても、損失を回避するためのリスクマネジメントを実施する必要がある。リスクマネジメントとは、損失などの回避を目指すプロセスで、リスクを組織的に管理し、事象の発生防止だけでなく、事象発生時の損失を極小化するための経営管理手法である。その実施主体は**経営者**であり、**リスクマネジメントにおける責任は経営者が負うものであるが**、経営者のリーダーシップのもと、工場長をはじめとする管理監督者、現場作業員等の作業に関わる全ての従業員がロボットの安全な運用に対してその重要性和必要性を認識するとともに、安全衛生管理体制を構築することが重要である。本ガイドラインでは、こうした教育の観点等も含め、組織としての安全衛生管理体制構築についても解説を行う。

1.2 ガイドラインの構成

本ガイドラインは全4章で構成し、その内容については下図のとおりとする。

章	第1章	第2章	第3章	第4章
題	ガイドラインの基本的な考え方と定義	安全性確保のための具体的な検討方法	具体的なリスクアセスメント事例	おわりに 付属書、参考文献
内容	ガイドラインの位置づけや考え方、用語の解説など、ガイドライン全体を通した原則について記載	関連する法令やリスクアセスメントの実施方法など、協働ロボットに関する規制や導入にあたって実施すべき事項を記載	第1章、第2章の内容を元に、実際にある協働ロボットのリスクアセスメント事例を記載	リスクアセスメントで 使用できる参考シート 等を付属書として掲載し、参考文献を記載

1.3 適用範囲

本ガイドラインでは、対象のロボットシステムは、1.4.1 節に示す協働ロボットとし、操縦型ではなく内蔵されたプログラムに従いロボットシステムに付随するセンサー等と連携した自律動作方式のものとする。なお、第 3 章のリスクアセスメントの実施例では対象施設を 1.4.2 節に示す中食の工場とした。

1.4 定義及び用語

本ガイドラインで使用する用語については、基本的に ISO 及び JIS 等の規格を引用している。その中で、特に本ガイドラインで重要と考えられる用語とその定義について解説する。

1.4.1 ISO 及び JIS 等で定義される用語

協働ロボット

2017 年に発行された産業用ロボットの安全規格「JIS B 8433 シリーズ」の関連文書である TS B 0033[11]においては、「規定された協働作業空間で、人間と直接的な相互作用をするように設計されたロボット。」(JIS B 8433-2:2015[12] 3.2) と定義されているが、現在の ISO のロボットの安全関連文書では、その定義は記載されていない。

なお、本ガイドラインでは、協働ロボットを中心とする一連のシステムも含めて「協働ロボット」と記載する。

機能安全

JIS C 0508-4[13]で定義される。EUC（被制御機器）及び EUC 制御系の全体に関わる安全のうち、E/E/PE(電気・電子・プログラマブル電子)安全関連系及び他リスク低減措置の正常な機能に依存する部分。

又は、JIS B 9961[14]で定義される。機械及び機械制御システムの安全の一部であって、SRECS（機械の安全関連電気制御システム）、他技術安全関連システム及び外部のリスク低減設備の正しい作動に依存するもの。

保護方策

JIS B 9700[15]で定義される。リスク低減を達成することを目的とした方策。次によって実行される。

- 製造者、販売者等による方策（本質的安全設計方策、安全防護及び付加保護方策の実施、使用上の情報）

- 導入主体及びロボットの使用に関わる者による方策（組織体制構築、現場の実情に合わせた付加保護方策の実施、従業員への教育・訓練等）

本質的安全設計方策

JIS B 9700[15]で定義される。ガード又は保護装置を使用しないで、機械の設計又は運転特性を変更することによって、危険源を除去する又は危険源に関連するリスクを低減する保護方策。

安全防護方策

JIS B 9700[15]で定義される。本質的安全設計方策によって合理的に除去できない又は十分に低減できないリスクから人を保護するための安全防護物等の使用による保護方策。

使用上の情報

JIS B 9700[15]で定義される。「使用者」に情報を伝えるために、文章・語句・標識・信号・記号・図形等の伝達手段を個別あるいは複数組み合わせる使用する保護方策。

低減速度制御

JIS B 8433-1 [16]で定義される。速度が 250mm/s 以下に制限された場合のロボット動作制御のモード。低減速度は、危険な動作からの回避又はロボットの停止のいずれかのために十分な時間を人に与えることを意図している。

非常停止

JIS B 8433-1 [16]で定義される。ロボットは、一つ以上の非常停止機能を持たなければならない（JIS B 9960-1[17]の停止カテゴリ 0 又は 1）。ロボット動作又は他の危険な状態を始動することのできる各制御ステーションは、手動で始動できる次の非常停止機能を備えなければならない。

- (1) JIS B 8433-1[16] 5.4 及び JIS B 9960-1[17]の要求事項に適合する。
- (2) ロボットの他の全ての制御に優先する。
- (3) 全ての危険源を停止する。
- (4) ロボットアクチュエータから駆動用動力を除去する。
- (5) ロボットシステムによって制御される危険源の制御の能力を備える。
- (6) リセットするまで維持する。
- (7) 手動動作によってだけリセットでき、リセット後は再起動を引き起こしてはならない。リセットは、再起動を可能にすることだけでなければならない。

1.4.2 本ガイドラインで定義する用語

食品工場

本ガイドラインでは、図 1.1 に示す食品産業の施設分類を示した図のうち、「中食」と記載している範囲に属する施設を想定し、この施設を食品工場と記載する。なお、第 3 章で紹介する実例においては、食品工場のうち中規模以上の生産量（約 2000 食・パック/日以上）を有している施設であることを想定している。

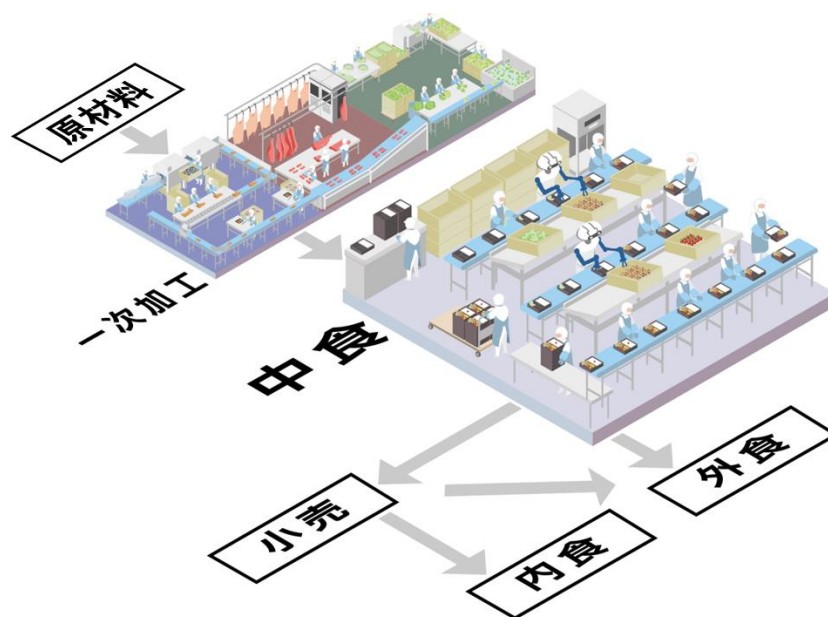


図 1.1：食品の原材料加工から喫食されるまでの流れ

図 1.1 は、食品を原材料から加工し、喫食するまでの各段階に分けた食品産業の施設と食品の流れを示している。原材料は 1 次加工され、その後、調理から包装を行う中食工場での加工を経て、それらを販売する小売りや喫食を伴う外食、家庭での飲食にあたる内食といった経路で消費される。ここでは、家庭以外での飲食を外食としている。（食品産業という側面からは、廃棄物処理の施設等も含まれるが、本ガイドラインでは言及しない。）

食品工場は、食品衛生法第 57 条[4]に基づいた食品衛生法施行令 [5]第 35 条に定める営業の許可・届け出が必要になる施設 32 業種(参考資料[18])や営業許可の類型があり、いずれの業態も将来的には協働ロボットを導入する可能性がある。しかしながら、施設の種類や営業許可による分類は組み合わせが複雑で、範囲を特定することが困難であることから、

本ガイドラインでは、図 1.2 に記載した弁当・惣菜等を製造する中食工場及びそれ

に準ずる施設を総称して食品工場と表記する。

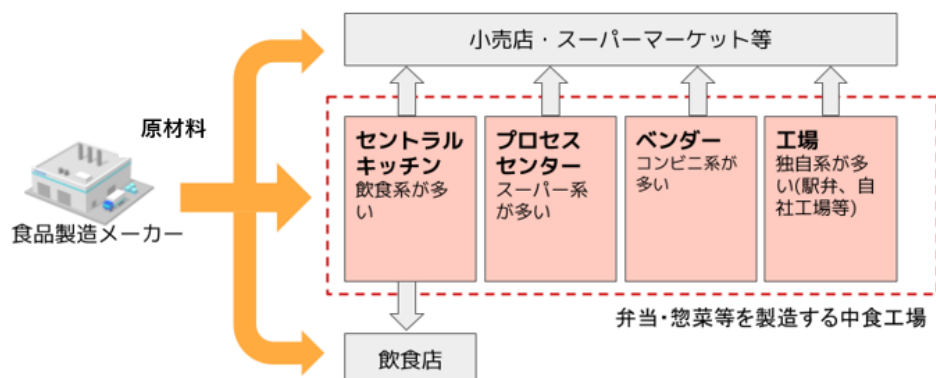


図 1.2：弁当・惣菜工場の種類と役割

多重防護

一つの保護方策が十分機能しなかった場合でも事故防止が図られるようにする多重防護の考えに基づいて、安全関連機能を多重化すること。故障等におけるリスクの曝露の機会を低減するための安全方策。

導入主体

設備を導入するに当たって、決定権を持つもの。一般的には、経営者や工場管理者等が該当する。

現場作業者

食品工場で製造作業に従事し、製造現場において協働ロボットの操作を担当する作業者のこと。参考ガイドライン等には「使用者」と記載される場合が多い。これは協働ロボットを製造現場で使用する場合、プログラム制御型あるいは遠隔操縦型等の制御形態を問わず、協働ロボットと作業者の動作範囲を隔離する等の一定の防護策を講じる必要があり、「使用者」が責任をもって安全を管理しなければならないためである。

一方、食品工場における協働ロボットには、人との連携、協働作業を実施することが期待されている。そのため、協働ロボットの設置者、操作者のみが「使用者」とは限らない。さらに「使用者」は設置及び操作した後、現場を離れて他の作業や監督をしに行くことが考えられるため、協働ロボットの近傍で作業し、ロボットを操作する可能性がある全ての人を現場作業者と定義する。

周囲の作業者

現場作業者以外の作業を行う作業者。例えば、食品工場の盛り付け作業では、現場作

業者が移動できないことから周囲の人間が器材の整備、食材の補充等を行っている場合が多い。このような周辺作業を行う作業者のことを周囲の作業者と定義する。

フードディフェンス

食品への意図的な異物の混入を防止・防御する取り組みのこと。

ウェットエリア

生産過程において水や油等を多く使用するエリアのこと。材料の下処理や加熱調理作業などの生産過程において、様々な食材や液体が扱われることから、床は濡れている状況となるエリアのこと。

ドライエリア

生産過程において水を扱う作業がないエリアのこと。

汚染エリア

入荷室や出荷室等に代表される、外部からの汚染（微生物、昆虫、埃等の異物など）に曝露されやすいエリアのこと。

清潔エリア

食品製造作業に適した清潔度が求められるエリアのこと。特に、汚染エリアからの入室にはサニテーション（衛生準備室）を通過する対策が実施されている。