

(4) 点検

導入主体は、定期的な点検等を通じて、常に協働ロボットが安全に使用できる状態にあることを確認すること。

(5) 改造の禁止

導入主体は、製造者、販売者等が講じた保護方策の効果を減ずるような協働ロボット及びプログラム等の改造を行わないこと。

現場作業員、周辺の作業員が対応することが望ましい保護方策

1. 導入前

(1) 教育の受講

現場作業員は、製造者、販売者等が実施する訓練、あるいは導入主体が実施する訓練を受講すること。また、協働ロボットの使用にあたり、製造者、販売者等又は導入主体から提供される標準手順書等の使用上の情報、残存リスクの存在、保護方策を十分確認すること。

(2) 使用環境の確認

現場作業員は、協働ロボットを使用する場所、付帯設備、環境、その他付随する危険源及びその保護方策を十分確認すること。

2. 使用時

(1) 遵守事項

現場作業員以外の周辺の作業員、その他導入主体の従業員等は、導入主体から提供される使用上の情報、残存リスクの存在、保護方策の内容を十分確認し、遵守すること。

(2) 適切な使用

現場作業員は、使用上の情報等に基づき、協働ロボットを適切に使用すること。

(3) 周囲への注意喚起

現場作業員は、周辺の作業員の安全に配慮した使用を行い、随時適切に注意喚起すること。

(4) 導入主体への連絡

現場作業員は、作業において不安に感じるが生じた場合、必要に応じて作業を止めて、導入主体へ連絡・確認すること。

(5) 改造の禁止

現場作業員は、製造者、販売者等が講じた保護方策の効果を減ずるような協働ロボット及びプログラム等の改造を行わないこと。

2.6 事故発生時の対応

1. 導入前

(1) 事故発生時の連絡先を確認して文書化

導入主体及び現場作業者は、事故発生時に連絡すべき製造者、販売者等の連絡先を確認し文書化すること。また、安全に関わる故障、若しくは事故になり得る又は事故を引き起こし得る状況（以下、インシデント）等が発生した場合の対応（協働ロボットの使用制限等の短期的対応、改善方策の検討等の中長期的対応）について、あらかじめ方針を決定し、取り決めておくこと。

(2) 現場作業員への教育

導入主体は、発生の可能性があるリスクについて情報を整理し、標準手順書等の資料を作成し、現場作業員への教育を実施すること。

2. 事故、故障、インシデント等発生時

(1) 事故発生時の連絡先に連絡

導入主体及び現場作業者は、事故、故障、インシデント等が発生した場合には、同様の被害拡大防止の観点から、速やかに 1.(1) で文書化した製造者、販売者等に連絡をすること。連絡を受けた製造者、販売者等は、事故、故障、インシデント等の状況及び対応内容を記録し、相互の情報を共有するとともに、労働基準監督署長に速やかに報告するとともに必要な情報を提供すること。

(2) 応急処置

協働ロボットの使用に係る人的・物的事故（食品への異物混入を含む）、故障、インシデント等が発生した場合には、被害拡大防止の観点から、適切な安全措置又は保護方策を速やかに講じること。

3. 改善活動

(1) 原因調査

導入主体、製造者、販売者等は、発生した事故、故障、インシデント等について、既知又は未知の原因か調査すること。未知の原因による事故、故障、インシデント等の場合、速やかにそれぞれの関係者へ情報共有すること。

(2) 再リスクアセスメントの実施

導入主体、製造者、販売者等は、事故、故障、インシデント等の発生に関する連絡を受けた際、2.3 章に基づいてリスクアセスメントを改めて実施すること。

(3) 保護方策の追加実施

導入主体、製造者、販売者等は、再リスクアセスメントの結果をもとに、必

要に応じて保護方策の見直しを行うこと。

参考情報

協働ロボットの選定にあたり製造者、販売者等と協議すべき内容

協働ロボットの選定とリスクアセスメントのために、製造者、販売者等と協議すべき内容の決定は、次の順序により行うこと。また、同一の協働ロボットで複数の作業を実施する場合は、対象となる作業毎にこの順序で協議する内容の決定を行うものとする。

1. 協働ロボットを選定、導入、設置するにあたっては、協働ロボットに期待される作業を特定すること
2. 協働ロボットの使用場所と付帯設備、環境を特定すること
3. 協働ロボットの保管場所を特定すること
4. 協働ロボットの清掃、充電等の整備を行う場所（以下、整備場所）を特定すること
5. 整備場所における作業を特定すること。整備場所が整備内容毎に異なる場合はそれぞれの整備場所についてその作業を特定すること
6. 使用場所で現場作業者とされる人のスキル、熟練度、特性等を特定すること
7. 使用場所で周辺の作業者がとる可能性がある行動や作業を特定すること
8. 整備場所で現場作業者とされる人のスキル、熟練度、特性等を特定すること
9. 使用場所、整備場所、保管場所のそれぞれに対して移動経路及び施設外への搬入搬出経路を特定すること
10. 協働ロボットに期待される作業に必要とされる衛生基準を特定すること
11. 導入主体に対して、協働ロボットの機能に関する理解度、食品衛生におけるロボット等の使用可能機材・材質に関する理解度、現場作業の理解度、現場作業者の人物像の把握度、安全に対する意識等を確認し、現場作業者等に対して、協働ロボットの安全運用のための教育が可能な状態を構築すること（導入主体と教育を計画する担当者が異なる、あるいは教育を実施することができる人材が社内にはいない場合は、定期的に講習会等を開催し、協働ロボットの安全に関する教育を関係者全員に行う計画を製造者、販売者等と共に立案すること）

意図的な誤操作等に対する保護方策

我が国では報告事例が多くないが、海外では、食品工場内で現場作業者による意図的な誤操作、誤移動、誤整備等が行われる事例が報告されている。

このような事象は、生産性への影響だけでなく、重大事故や食品への異物混入につな

がる等、重大な事象・事件に結びつく恐れがある。このような意図的に誤った運用を引き起こすリスクを低減させるためには、次のような保護方策が有効であるとされている。

1. 安全、リスク、コンプライアンスに関する教育を行い、意図的にこれらを行えば、本人だけでなく他人、施設も巻き込んだ事故につながることを周知させる。
2. 協働ロボットの活用は現場作業者の利益につながることを周知する。具体的には、協働ロボットの導入によって職を失うことはなく、危険性のある作業に従事しなくても生産性があがること等を周知し、現場作業者の利益につながることを理解させる。
3. その他、食品工場でフードディフェンスとして取られているものと同様の方策を取る。(参考資料[27])

第3章 具体的なリスクアセスメント事例

本章では、第2章のリスクアセスメントの考え方をもとに、食品工場において協働ロボットを導入する際に参考になるユースケースを用いて、リスクアセスメントの実施例を紹介する。

食品工場における主要な工程としては、「食材を専用の加工機に投入する工程」、「加工済み食材を次の工程へ供給するための保管及び搬送」、「加工済み食材を容器（出荷用の容器を含む）に並べる工程」等が考えられる。これらの工程に対して協働ロボットを導入する際、作業行程中における人と協働作業を実施する頻度によってもリスク源やリスクの発生頻度は異なるが、本ガイドラインで紹介するリスクアセスメントの実施例では、以下の2つのユースケースを取り上げた。

1. 食材を専用加工機へ投入する作業で、人との協働作業は食材供給時のみ
2. 人と同じ作業ラインにおいて、加工済み食材を出荷用容器に盛付ける作業で、常に人との協働作業が発生する

以下では、協働ロボットのリスクアセスメント及び保護方策について上記のユースケースごとに紹介する。また、協働ロボットの運用としては、次の4つの状態が考えられるが、必要に応じて付属書「該非判定における参考シート例」のように該非判定表を作成することにより、実施すべきリスクアセスメントの項目を明確にしていきたい。

1. 使用時

協働ロボットの通常の使用状態を指す。

2. 整備時

協働ロボットの清掃、充電、使用前後の点検や故障箇所のチェック（以下、点検）、又は使用するための準備（以下、準備）をする状態を指す。

3. 移動時

保管場所等から使用場所まで、又は、使用場所から保管場所等まで移動させている状態を指す。

4. 保管時

保管場所で保管している状態を指す。（使用場所等で使用していない状態も含む。）

リスクアセスメントにおける注意点

本章で示すリスクアセスメント及び保護方策は、リスクアセスメントの一例である。リスクアセスメントを実施する際は、付属書「リスクアセスメント実施における参考シート例」にまとめたリスクアセスメントを実施する上で必要な情報を書き出すためのシート例を必要に応じて活用し、個別の状況に応じてリスクアセスメントを実施して

いただきたい。

また、協働ロボットの構成要素である協働ロボット本体や周辺機械設備が、これら単体での保護方策を既に実施済みで、その保護方策は機械安全規格に従っており、機能安全を活用していることを前提としている。

3.1 タイプ1

本章では、食材を専用の加工機に投入する工程における協働ロボットの導入時のリスクアセスメント事例について紹介する。なおこの工程では、人との協働作業は食材供給時のみ発生することを想定している。このようなユースケースに使用される協働ロボットをタイプ1と呼ぶ。

3.1.1 定義

食材を別の加工機（フライヤー等）へ投入するような 2 次加工工程において導入される協働ロボットを「タイプ1」と定義し、以下の条件を満たすものとする。

協働ロボット本体：

機能安全を主とした協働ロボットであり、国際規格「EN ISO 10218-1：2011」、「ISO/TS 15066：2016」、「EN ISO 13849-1：2015」等に準拠しているものとする。

安全関連機能：

協働ロボットの動作時において、人の接近を知覚するためのセンサーを備え、予め設定した近接エリア内において、協働ロボットの動作を制限できる機能を有する。

加工機への食材投入機能：

食材を別の加工機へ投入する際には、加工機の投入口への直接投入、又はベルトコンベア等を介した間接投入を実施するための機能を有する。

本タイプの協働ロボットは、設置後は基本的に移動せず使用するものであり、定期的な食材の供給時にのみ動作中に人が協働ロボット本体の可動範囲に入ることを想定している。

3.1.2 本リスクアセスメントの実施例で使用了ロボットシステム

フライヤーに食材を投入する、6 軸のマニピュレータ、コントローラ、脱着式の指を持つエンドエフェクタ、架台、3D カメラ、番重台、番重、ベルトコンベア等で構成される協働ロボットで、フライヤーと連携して動作する。電源はバッテリー等ではなく、コンセントから直接給電される。

協働ロボットのソフトウェアは、ロボット本体の制御、食材の認識及び安全関連機能も含めて、すべて内蔵している。ロボットの動作は、番重に配置された食材をフライヤーに連続

的に投入する動作に特化しているが、認識機能の切り替えにより複数の食材の投入作業に対応している。また、安全機能としてレーザーレンジファインダを用いた人検知機能を有しており、動作速度の動的な切り替えに対応している。

本実施例のフライヤーに食材を投入する協働ロボットの構成を図 3.1 に示す。

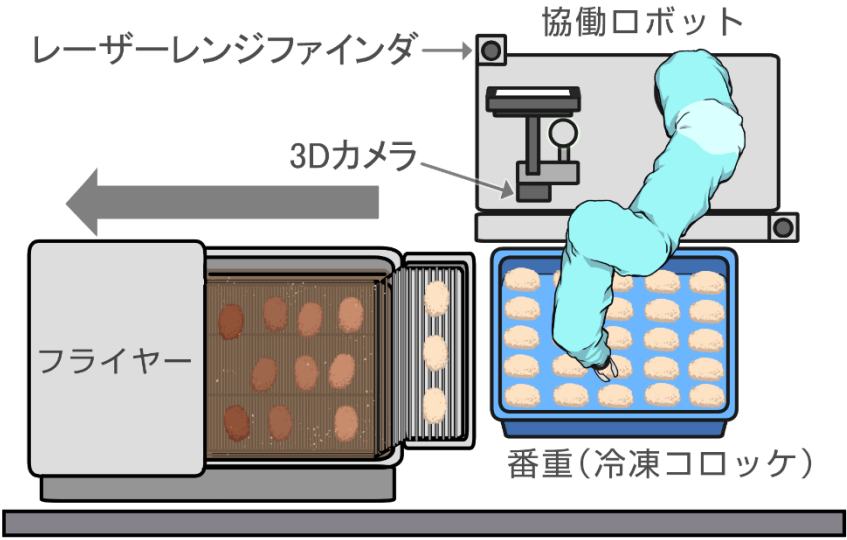


図 3.1：フライヤーに食材を投入する協働ロボットの構成

3.1.3 作業工程

本実施例における作業工程は、設置、運転、片付け、保守の4つの工程区分に分類され、それぞれ複数の作業工程を含んでいる。具体的な作業工程を図 3.2 に示す。

区分	No.	作業工程	作業内容	備考
設置	1	番重の設置	食材の入った番重を設置する	
	2	カバーの取り付け	協働ロボット本体へカバーを取り付ける	
	3	ハンドの取り付け	協働ロボット本体にハンドを取り付ける	
	4	電源ON	協働ロボット本体及び制御用PCの電源をON	
運転	1	開始操作	タッチパネルを操作し、作業を開始する	
	2	番重交換・補充	番重を交換・補充する	
	3	終了操作	タッチパネルを操作し、作業を終了する	
片付け	1	電源OFF	協働ロボット本体及び制御用PCの電源をOFF	
	2	ハンドの取り外し	協働ロボット本体からハンドを取り外す	
	2	カバーの取り外し	協働ロボット本体からカバーを取り外す	
保守	1	清掃	協働ロボットをふき取り清掃	清掃要領により運用ルールを制定する
	2	点検（通常）	機器設置前に破損や汚れを確認	
	3	点検（異常）	異常発生箇所を目視確認	
	4	非常停止	非常停止操作後、安全を確認して再開	

図 3.2：作業工程

3.1.4 機械の制限の決定

意図する使用及び合理的に予見可能な誤使用を含む機械の制限を ISO12100 に従って決定する。本実施例で使用した協働ロボットシステムでは、使用上の制限、空間上の制限、時間的な制限及びその他の制限に対して、機械の制限を決定した。整理した機械の制限結果を図 3.3 に示す。また、本実施例における協働ロボットの作業空間は、「ウェットエリア」を想定している。

制限項目 (ISO 12100:2010 5.3)	確認事項
使用上の制限(意図する使用および合理的に予見可能な誤使用を含む)	
a) 機械を使用している間における機能不良によって必要とされる介入を含めた使用者のための様々な機械の運転モード及び介入手順	意図する使用：冷凍コロッケをフライヤーへ自動投入する ・生産開始、終了時の機器の設置、片付け ・冷凍コロッケのフライヤーへの自動投入作業 ・機器の清掃 ・機器の点検 ・異常発生時の危機の停止、再開
b) 性別、年齢、利き手の使用方法、または身体能力の限界 (例えば視覚もしくは聴覚の減退、体型、体力など)によって特定される人の機械類(例えば産業用、非産業用および家庭用)の使用 具体的な情報がない場合は、製造業者又は意図する使用者集団に関する一般的な情報(例えば、適切な人体計測データ)を考慮すると良い	性別：不問 年齢：18歳以上
c) 次を含む使用者の訓練、経験または能力の想定レベル 1) オペレータ 2) 保全要員または技術者 3) 見習い及び初心者 4) 一般大衆	1) オペレータ：安全講習を受講しロボットを安全に使用可能 2) 管理者：安全講習を受講し、オペレータへ安全教育が可能 3,4) 使用しない
d) 合理的に予見可能な場合、機械類に関連する危険源への第3者の暴露 1) たとえば 隣接する機械類のオペレータのような、 具体的な危険源をよく知っていると思われる人 2) 管理スタッフのような具体的な危険源はよく知らないが、 現場の安全手順、決められた経路についてよく知っていると思われる人 3) 訪問者又は子供を含む一般大衆のような、機械の危険源、 又は現場の安全手順について殆ど知らないと思われる人	1) ・設置、片付け時に機器に触れる ・清掃時に機器に触れる ・点検(定常点検、故障時点検)時に機器に触れる ・ハンドの取付、取り外し 2,3) ・不注意による危険エリアへの立ち入り ・危険度の理解不足により、危険箇所へ触れる ・保護具を着用せず、機器へ近づく ※合理的予見可能な誤使用 ・保護具を着用せず使用する ・弁当盛付作業時に、ハンドの可動範囲に顔を近づける ・台車をロックせず使用する ・8時間以上の連続使用
空間上の制限	
a) 可動範囲	フライヤーへの自動投入作業 ・冷凍コロッケをフライヤーへ自動投入するために必要となるエリア
b) 運転及び保全のように機械に係る人に対する空間要求事項	・タッチパネル周辺 ・自動投入作業エリア ・設置、片付け、保守点検時における機器の稼働範囲内
c) “オペレータ-機械”間のインタフェースのような機械類と人との関わり方	・タッチパネル ・非常停止スイッチ
d) “機械-動力源”間のインタフェース	・本体電源ボタン ・制御PC電源ボタン
時間的な制限	
a) 意図する使用および合理的に予見可能な誤使用を考慮した機械類および/又はそのコンポーネント(例えば、工具、消耗部品、電気コンポーネント)の寿命上の制限	・サーボモータの寿命 ・樹脂筐体の寿命 ・バッテリーの寿命 ・基板の寿命 ・ACアダプタの寿命
b) 推奨点検修理間隔	・基本的に、始業前点検以外は故障後に点検 ・毎月の定期点検
その他の制限	
a) 加工材料の特性	冷凍コロッケ ・冷凍コロッケ自体の危険は少ない
b) 維持-要求される清掃レベル	・毎日の拭き掃除
c) 環境面-推奨最低及び最高温度、室内または室外、乾燥又は多湿での運転可能性、直射日光下、ほこり及び湿気への耐性など	・室内(ウェットエリア)での使用 ・食品工場の一般的な環境

図 3.3：機械の制限

3.1.5 危険源及び危険状態の同定

本実施例のユースケースでは、高温に加熱されたフライヤー及び高温に加熱された油に近接する作業であるため、危険源を次のように同定した。

- ・ 協働ロボット本体（エンドエフェクタを含む）
- ・ 高温のフライヤー
- ・ 高温の油
- ・ オイルミスト

3.1.6 リスクアセスメントの実施

リスクアセスメントの実施結果を図 3.4 に示す。リスクアセスメントは、前述の作業工程区分に対し、作業内容ごとに危険源と危険内容を特定（リスク分析）し、各リスクに対して発生頻度と危険度により等級を決定しリスク評価を実施した。図 3.4 の詳細は付属書「図 3.4： リスクアセスメント実施結果の拡大図 」を参照いただきたい。

作業工程			リスク分析			リスク評価結果				
区分	No.	作業工程	作業内容	対象部	危険源	危害の内容	重大度	発生頻度	等級	評価の判断理由
設置	1	番重の設置	食材の入った番重を設置する	床	機械が使用される環境に関連する危険源 滑り、墜落	設置時に滑って転倒する	D	3	D3	
	2	カバーの取り付け	協働ロボット本体へカバーを取り付ける	協働ロボット	機械的危険源 切傷又は切断	取り付ける際に、協働ロボット本体のエッジ等で手指を切傷する	D	3	D3	
	3	ハンドの取り付け	協働ロボット本体にハンドを取り付ける	協働ロボット	機械的危険源 切傷又は切断	取り付ける際に、協働ロボット本体のエッジ等で手指を切傷する	D	3	D3	
	4	電源ON	協働ロボット本体及び制御用PCの電源をON	電源	電氣的危険源 感電	濡れた手で操作し、感電する	B	2	B2	
				架台の扉	機械的危険源 切傷又は切断	制御用PC電源操作時、架台の扉に手指を挟まれる	D	3	D3	
運転	1	開始操作	タッチパネルを操作し、作業を開始する	協働ロボット ハンド	機械的危険源 衝突	作業中の協働ロボットの腕が現場作業者と接触する	C	3	C3	
				協働ロボット ハンド	機械的危険源 突き刺し又は突き通し	作業中の協働ロボットの腕が現場作業者と接触する	C	3	C3	
				LIDAR	機械的危険源 衝突	移動時、架台からはみ出たLIDARと衝突する	E	4	E4	
	2	番重交換・補充	番重を交換・補充する	協働ロボット ハンド	機械的危険源 衝突	作業中の協働ロボットの腕が現場作業者と接触する	C	3	C3	
				協働ロボット ハンド	機械的危険源 突き刺し又は突き通し	作業中の協働ロボットの腕が現場作業者と接触する	C	3	C3	
				油	熱的危険源 やけど	冷凍ロックをフライヤーへ投入する際、はなたばで作業者が火傷をする	E	5	E5	油はね対策として、現場作業者は保護具（アームカバー）を着用しているため
				LIDAR	機械的危険源 衝突	移動時、架台からはみ出たLIDARと衝突する	E	4	E4	
				LIDAR	機械的危険源 衝突	LIDAR故障時、協働ロボットが非協働モードで動作し現場作業者と接触する	A	2	A2	
	3	終了操作	タッチパネルを操作し、作業を終了する	協働ロボット ハンド	機械的危険源 衝突	作業中の協働ロボットの腕が現場作業者と接触する	C	3	C3	
				協働ロボット ハンド	機械的危険源 突き刺し又は突き通し	作業中の協働ロボットの腕が現場作業者と接触する	C	3	C3	
			LIDAR	機械的危険源 衝突	移動時、架台からはみ出たLIDARと衝突する	E	4	E4		
片付け	1	電源OFF	協働ロボット本体及び制御用PCの電源をOFF	電源	電氣的危険源 感電	濡れた手で操作し、感電する	B	2	B2	
				架台の扉	機械的危険源 切傷又は切断	制御用PC電源操作時、架台の扉に手指を挟まれる	D	3	D3	
	2	ハンドの取り外し	協働ロボット本体からハンドを取り外す	油	熱的危険源 やけど	取り外す際にフライヤーへ落とし、油がはねて火傷をする	B	2	B2	
	3	カバーの取り外し	協働ロボット本体からカバーを取り外す	油	熱的危険源 やけど	取り外す際にフライヤーへ落とし、油がはねて火傷をする	B	2	B2	
保守	1	清掃	協働ロボットをふき取り清掃	協働ロボット	人間工学原則の無視による危険源 ヒューマンエラー	協働ロボットが遠電中に作業し、現場作業者と接触等する	B	2	B2	インジケータにより動作状態を表示しているため、発生頻度は少ないと考える
	2	点検（通常）	機器設置前に破壊や汚れを確認	協働ロボット	人間工学原則の無視による危険源 ヒューマンエラー	協働ロボットが遠電中に作業し、現場作業者と接触等する	B	2	B2	インジケータにより動作状態を表示しているため、発生頻度は少ないと考える
	3	点検（異常）	異常発生箇所を目視確認	協働ロボット	人間工学原則の無視による危険源 ヒューマンエラー	協働ロボットが遠電中に作業し、現場作業者と接触等する	B	2	B2	インジケータにより動作状態を表示しているため、発生頻度は少ないと考える
	4	非常停止	非常停止操作後、安全を確認して再開	協働ロボット	人間工学原則の無視による危険源 ヒューマンエラー	協働ロボットが遠電中に作業し、現場作業者と接触等する	B	2	B2	インジケータにより動作状態を表示しているため、発生頻度は少ないと考える

図 3.4： リスクアセスメント実施結果

3.1.7 保護方策によるリスクの低減の実施

リスクアセスメントによって評価した結果をもとに、各リスクに対してリスクを回避するための保護方策を決定する。リスク回避のための保護方策を決定する場合には、残留リスクの内容を明確化し、その対策についても対応可能なものにすることが望ましい。本実施例で決定した保護方策を図 3.5 に示す。図 3.5 の詳細は付属書「図 3.5：保護方策の決定の拡大図」を参照いただきたい。

作業工程				リスク分析			残留リスク	
区分	No.	作業工程	作業内容	対象部	危険源	危害の内容	リスクの内容	保護方策
設置	1	番重の設置	良材の入った番重を設置する	床	機械が使用される環境に隣接する危険源 滑り、墮落	設置時に滑って転倒する	転倒	危険源の周知徹底、保護具（保護メガネ等）の着用、 運用マニュアルによる警告
	2	カバーの取り付け	協働ロボット本体へカバーを取り付ける	協働ロボット	機械的危険源 切傷又は切断	取り付ける際に、協働ロボット本体のエッジ等で手指を切傷する	切傷	危険源の周知徹底、保護具（保護手袋等）の着用、 運用マニュアルによる警告
	3	ハンドの取り付け	協働ロボット本体にハンドを取り付ける	協働ロボット	機械的危険源 切傷又は切断	取り付ける際に、協働ロボット本体のエッジ等で手指を切傷する	切傷	危険源の周知徹底、保護具（保護手袋等）の着用、 運用マニュアルによる警告
	4	電源ON	協働ロボット本体及び制御用PCの電源をON	電源	電気的危険源 感電	濡れた手で操作し、感電する	感電	危険源の周知徹底、運用マニュアルによる警告
				架台の扉	機械的危険源 切傷又は切断	制御用PC電源操作時、架台の扉に手指を挟まれる	挟み込み	危険源の周知徹底、運用マニュアルによる警告
運転	1	開始操作	タッチパネルを操作し、作業を開始する	協働ロボット ハンド	機械的危険源 衝撃	作業中の協働ロボットの手が現場作業者と接触する	衝撃、突き刺し	危険源の周知徹底、保護具（保護メガネ等）の着用、 インジケータの状態表示、運用マニュアルによる警告
				協働ロボット ハンド	機械的危険源 突き刺し又は突き通し	作業中の協働ロボットの手が現場作業者と接触する	衝撃、突き刺し	危険源の周知徹底、保護具（保護メガネ等）の着用、 インジケータの状態表示、運用マニュアルによる警告
				LIDAR	機械的危険源 衝撃	移動時、架台からはみ出たLIDARと衝突する	衝撃	危険源の周知徹底、運用マニュアルによる警告
	2	番重交換・補充	番重を交換・補充する	協働ロボット ハンド	機械的危険源 衝撃	作業中の協働ロボットの手が現場作業者と接触する	衝撃、突き刺し	危険源の周知徹底、保護具（保護メガネ等）の着用、 インジケータの状態表示、運用マニュアルによる警告
				協働ロボット ハンド	機械的危険源 突き刺し又は突き通し	作業中の協働ロボットの手が現場作業者と接触する	衝撃、突き刺し	危険源の周知徹底、保護具（保護メガネ等）の着用、 インジケータの状態表示、運用マニュアルによる警告
				油	熱的危険源 やけど	油軍コロッケをフライヤーへ投入する際、はねた油で作業者が火傷をする	火傷	危険源の周知徹底、保護具（アームカバー等）の着用、 運用マニュアルによる警告
				LIDAR	機械的危険源 衝撃	移動時、架台からはみ出たLIDARと衝突する	衝撃	危険源の周知徹底、運用マニュアルによる警告
				LIDAR	機械的危険源 衝撃	LIDAR故障時、協働ロボットが非協働モードで動作し現場作業者と接触する	LIDARの故障	システムの改修 （LIDARの再選定や、LIDAR状態監視機能の追加など）
	3	終了操作	タッチパネルを操作し、作業を終了する	協働ロボット ハンド	機械的危険源 衝撃	作業中の協働ロボットの手が現場作業者と接触する	衝撃、突き刺し	危険源の周知徹底、保護具（保護メガネ等）の着用、 インジケータの状態表示、運用マニュアルによる警告
				協働ロボット ハンド	機械的危険源 突き刺し又は突き通し	作業中の協働ロボットの手が現場作業者と接触する	衝撃、突き刺し	危険源の周知徹底、保護具（保護メガネ等）の着用、 インジケータの状態表示、運用マニュアルによる警告
				LIDAR	機械的危険源 衝撃	移動時、架台からはみ出たLIDARと衝突する	衝撃	危険源の周知徹底、運用マニュアルによる警告
片付け	1	電源OFF	協働ロボット本体及び制御用PCの電源をOFF	電源	電気的危険源 感電	濡れた手で操作し、感電する	感電	危険源の周知徹底、運用マニュアルによる警告
				架台の扉	機械的危険源 切傷又は切断	制御用PC電源操作時、架台の扉に手指を挟まれる	挟み込み	危険源の周知徹底、運用マニュアルによる警告
	2	ハンドの取り外し	協働ロボット本体からハンドを取り外す	油	熱的危険源 やけど	取り外す際にフライヤーへ落とす、油がはねて火傷する	火傷	危険源の周知徹底、保護具（アームカバー等）の着用、 運用マニュアルによる警告
保守	3	カバーの取り外し	協働ロボット本体からカバーを取り外す	油	熱的危険源 やけど	取り外す際にフライヤーへ落とす、油がはねて火傷する	火傷	危険源の周知徹底、保護具（アームカバー等）の着用、 運用マニュアルによる警告
	1	清掃	協働ロボットをふき取り清掃	協働ロボット	人間工学原則の無視による危険源 ヒューマンエラー	協働ロボットが通電中に作業し、現場作業者と接触等する	衝撃、突き刺し	危険源の周知徹底、保護具（保護メガネ等）の着用、 インジケータの状態表示、運用マニュアルによる警告
	2	点検（通常）	機器設置前に破壊や汚れを確認	協働ロボット	人間工学原則の無視による危険源 ヒューマンエラー	協働ロボットが通電中に作業し、現場作業者と接触等する	衝撃、突き刺し	危険源の周知徹底、保護具（保護メガネ等）の着用、 インジケータの状態表示、運用マニュアルによる警告
	3	点検（異常）	異常発生箇所を目視確認	協働ロボット	人間工学原則の無視による危険源 ヒューマンエラー	協働ロボットが通電中に作業し、現場作業者と接触等する	衝撃、突き刺し	危険源の周知徹底、保護具（保護メガネ等）の着用、 インジケータの状態表示、運用マニュアルによる警告
4	非常停止	非常停止操作後、安全を確認して再開		協働ロボット	人間工学原則の無視による危険源 ヒューマンエラー	協働ロボットが通電中に作業し、現場作業者と接触等する	衝撃、突き刺し	危険源の周知徹底、保護具（保護メガネ等）の着用、 インジケータの状態表示、運用マニュアルによる警告

図 3.5: 保護方策の決定