

旭化成延岡地区における機械安全の取り組み

著者

生産技術本部 生産技術センター 産機システム技術部	富重将司 田口浩徳
生産技術本部 エンジニアリングセンター 計装技術部	渡部修
延岡支社 環境安全部 労働安全担当	宇宿忠彦 豊丸優子 松木政司

【1】背景・目的

1. 本稿の掲載目的

機械設備のリスクアセスメント（以下、機械 RA）は、「**重篤な労災を撲滅**」することが目的であり、普及・啓蒙活動を全社横断的に行っている。中でも長期に渡って使用している既設設備の挟まれ巻き込まれ対策を旭化成延岡エリアで強力に推進してきたので、本稿で取り組みを紹介する。

2. 旭化成の製品・設備の特徴

旭化成は事業の多角化を進めてきた歴史があり、現在マテリアル、住宅、ヘルスケアの3つの領域を柱として事業を行っている。化学プラントから、機能性フィルムの製造装置、製品の組立を行う装置といった、事業に応じた多種多様な工場や製造設備を有している。

【2】旭化成延岡エリアの取り組み

1. 取り組み背景

1). 旭化成延岡エリアでの労災発生状況

延岡エリアでは、過去から機械への挟まれ巻き込まれ労働災害が発生しており、そのたびに機械の見直し・作業の見直しを実施してきた。しかし、2015年・2016年・2017年にも連続して挟まれ巻き込まれ労災が発生した。幸いにも軽いケガで済んだが、一歩間違えば重篤な労災に繋がりがねない事例であり、従業員の命を守る為に、既存設備についても対策の抜本的な見直しが必要な状況であった。

2). 既存設備への機械 RA 導入とハードル

上記の状況を受け、以前より旭化成グループで新設設備に導入の際、義務化している機械 RA を、既存設備に適用し、現状の残留リスクを明確にして、高リスク危険源の本質安全・安全防护を進めることにした。製造・環安部門の職責者を対象に機械 RA 研修会を従来から行っているの、まずは挟まれ巻き込まれリスクの高い設備を多く使用している工場を対象に、既存設備の機械 RA 導入を開始した。

しかし、これまで運転してきた現場の機械・設備から、改めて危険源を洗い出すことは、非常に難しく、機械の危険源を見つけられる「目」を持つ人材の育成が必要であることを痛感した。

3). 各工場にキーマン育成

工場で長年使用してきた既存設備の機械 RA を実施する際には、作業性やスペース等の問題からリスク低減対策が難しいケースが多くある。このような現場の悩みに対応できる、実践力のある機械 RA のキーマンの育成が必要であった。

2. キーマン育成

1). 「機械安全キーマン研修」を創設

そこで、日本認証(株)の機械安全資格である SSA 試験の合格者の中から選抜した者を対象として「機械安全キーマン研修」を創設した。本研修は、日本認証(株)に講師を依頼し、自工場の現場の機械で実際に機械を見ながら、受講者の実施した機械 RA 評価表を直接指導していただいている。現在、本研修の修了者は、自工場において、関係者を指導牽引し、機械の安全化を推進する役割を担っている。

2). 「部課長層機械安全研修」を創設

部課長についても、機械安全対策に取り組む意義についてさらに理解を深めていく必要がある。このため、機械 RA 推進体制の考え方などを理解し、確実に前へ進めていくため、「部課長層機械安全研修」を創設した。裁量権限のある部課長層への教育を実施することで、取り組みを加速させている。

3). 延岡エリア全体の教育体系

人財育成として、図 1 のように教育体系を定めた。対象を広くおこなう人材育成コース(下 2 段)と、選抜された対象者へのコース(上 2 段)を組み合わせたピラミッド構造となっている。モデル機を用いた機械安全実践研修を今回新たに導入したが、経緯や詳細については後述する。

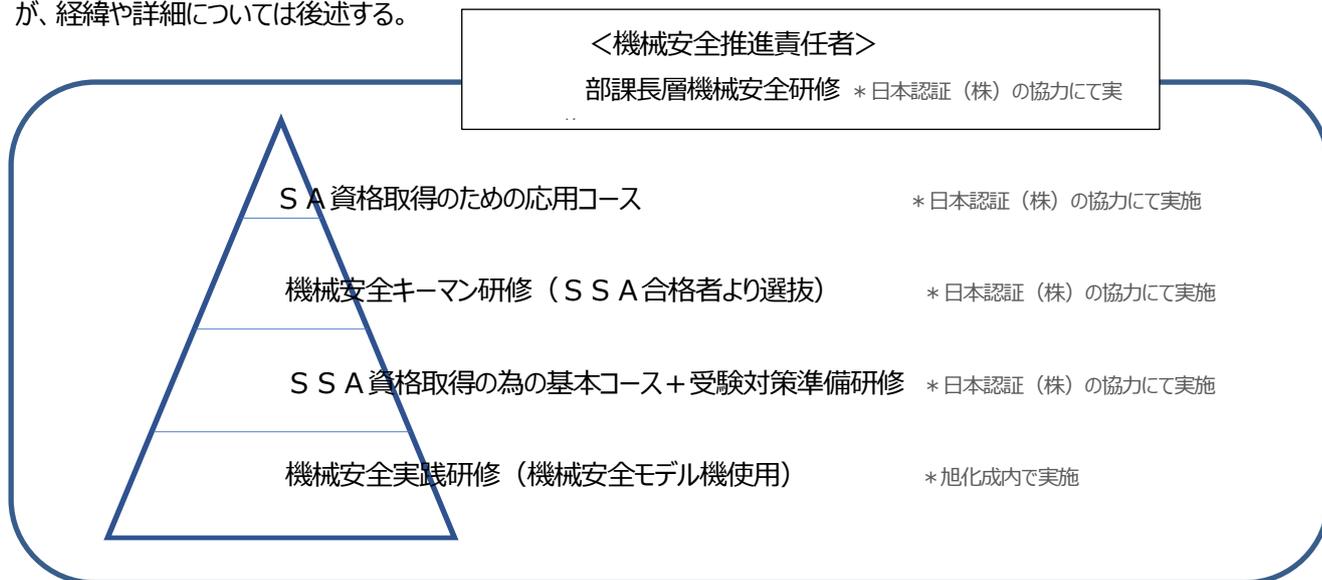


図 1 技術レベルに応じた研修体系

3. 機械安全実践研修

1). 従来からの機械 RA 研修の課題

従来の機械 RA 研修では、机上ベースで ISO12100 に基づく規格の説明と、図面を元に機械リスクの同定・低減・グループ演習を実施していた。この研修を行っている中で、下記の表 1 の課題が顕在化していた。

No	課題項目	内容
i	事例活用	受講生が勤務する工場の設備と、かけ離れた題材である事が多く、学んだ事例を活かしにくい。
ii	設備イメージ	設備が目の前になくイメージが湧かず、わかりにくい。危なさがなかなか伝わらない受講生もいた。
iii	危険源同定	上記 ii により設備の危険源を同定できない受講生もいた。
iv	社内基準理解	社内技術基準・指針は整備されているが、講義で触れる時間も短く設備の安全対策後の正しい姿が理解されていなかった。
v	間欠的リスク	非正常作業や条件が重なったときのみ間欠的に発生するにおけるリスクの同定が難しい。それなのに製造業で労災が発生するタイミングは非正常作業が6割 ^{*1} を超える

表 1 課題一覧

*1 H27 中央労働災害防止協会 科学設備等における 非正常作業の安全- [化学設備の非正常作業における安全衛生対策のためのガイドライン]の見直しに関する調査研究報告書-

2). 機械安全モデル機による課題解決

① 題材コンセプト設計

課題解決のため社内類似設備を模擬した、教育用の安全モデル機を新規に製作して研修に用いる事とした。(図 2) まず課題 i に上げた、事例活用を改善するため、旭化成の事業領域、製品の関係を次のように整理した。その結果、従来の研修では加工系・組立系の要素がないことわかり、題材に選ぶこととした。

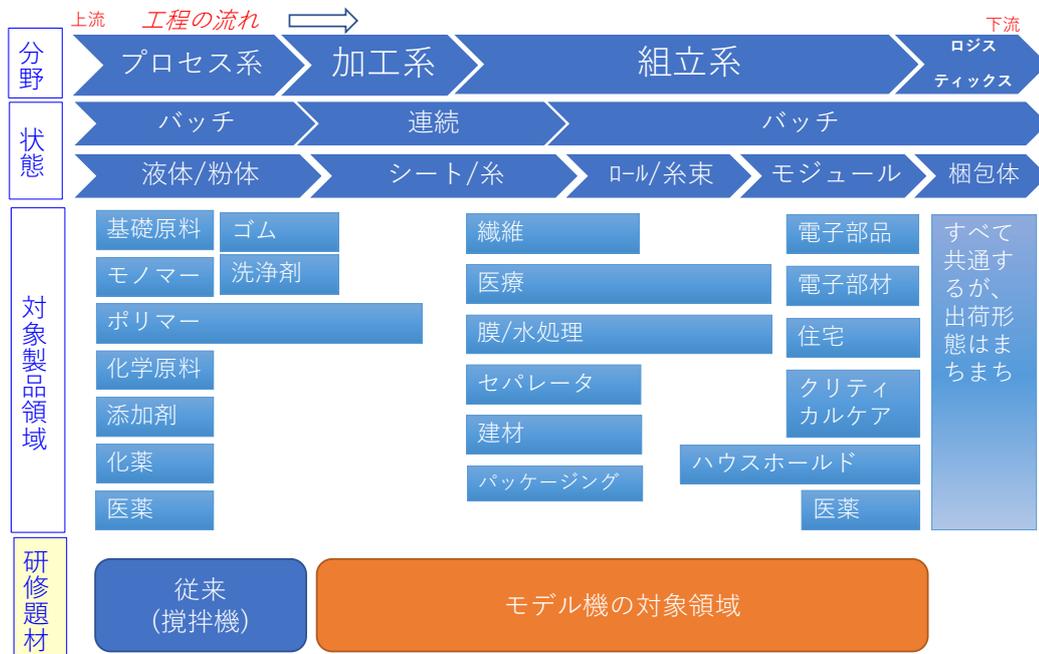


図 2 事業領域と製品の関係と、研修設備

② モデル機のストーリーとレイアウト

モデル機は先に上げた課題 i ~ v を解決できる設備とした。特に課題 ii に関して、設備が目前にあるだけではどう動いて何をするためにリスクが発生しうるのが伝わらないため、ストーリー（目的）を持った設備として実際に動くことが必要だと考えた。ストーリーは弊社のフィルム製品を題材に、図 3 のような工程を考えた。実際にデモ運転をするときには、研修生が怪我をしないように工夫する必要があり、運転中は装置稼働エリアをレーザースキャナで常に監視し、仮に運転中に侵入して近づいても装置が非常停止する仕組みとした。（図 4）

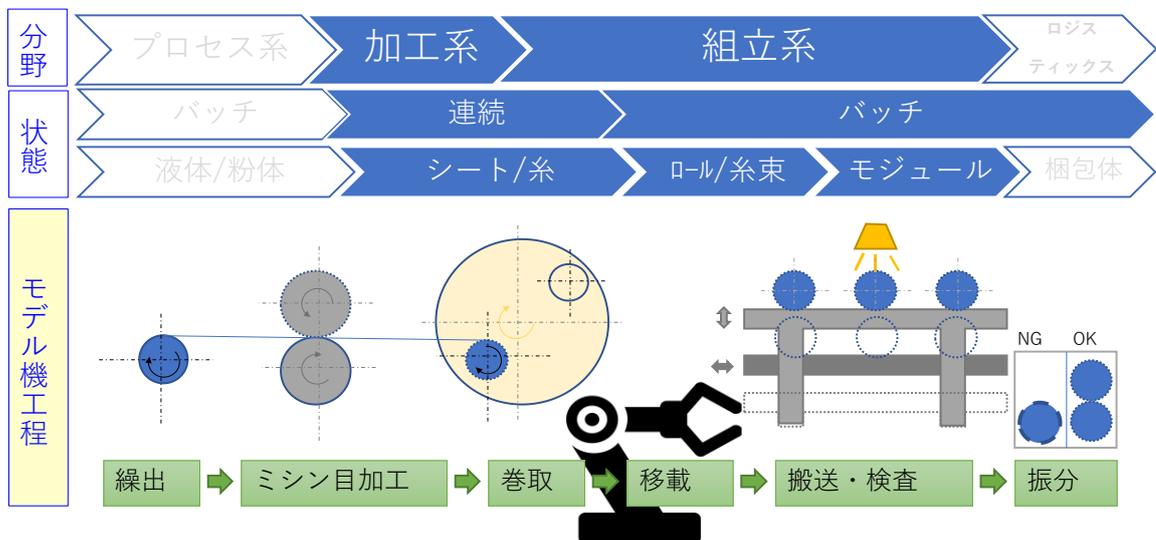


図 3 モデル機の工程とプロセスの位置づけ

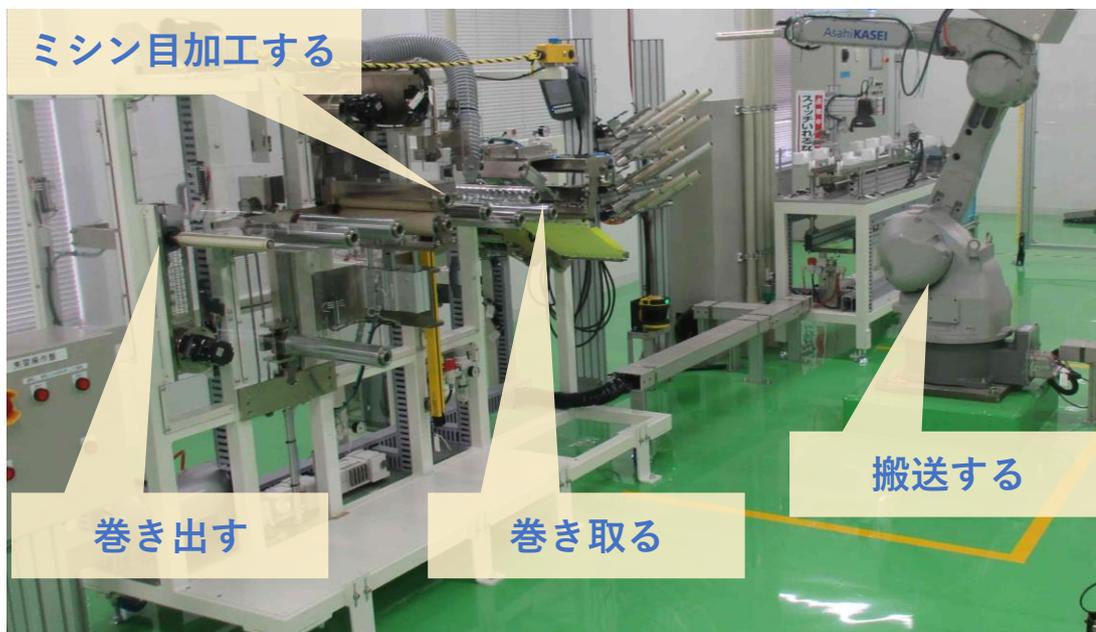


図 4 実際に作成したモデル機

4. モデル機を用いた機械 RA 実践研修内容

1). 機械安全実践研修のゴール

実践研修の最終的なゴールは、「**重篤な労災を撲滅**」することである。これを達成するための研修として、2つの到達目標を設定した。

- ① 設備の危険源を同定する（見つける）ことができる。
- ② 社内安全基準を理解した上で、設備の不適合箇所が指摘できる。

これは図 5 リスク低減のプロセスにおいて、危険源の同定と、適切な安全方策をとることができる人材を育成しようと考えたためである。

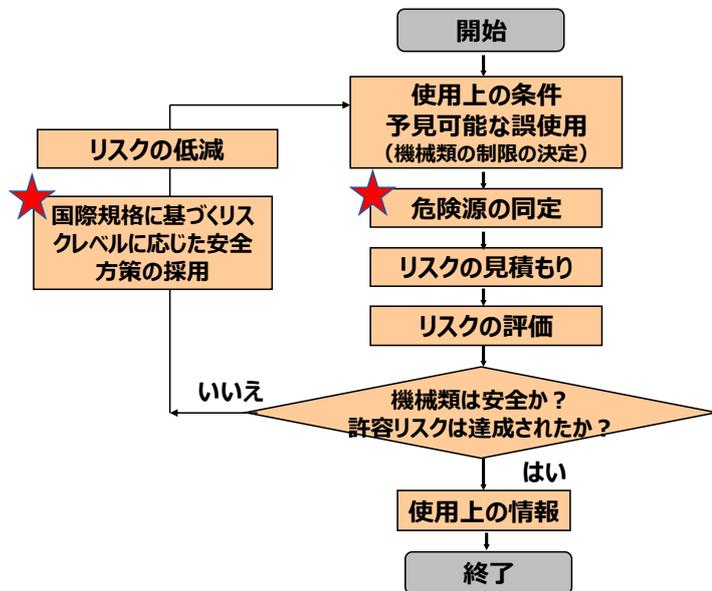


図 5 リスクアセスメントのプロセス

2). 講義のカリキュラム

なぜやるのかを導入部として事象事例を交えて説明した後、リスクアセスメントの流れを説明する。この後モデル機を近くで見ても触れられる危険源同定演習を行う（表 2）。演習では個人確認/グループ討議/発表（図 6）を行い、理解を深めている。基準類を説明し、不適合箇所についても同様に演習を行っている。

危険源同定や不適合箇所の指摘の詳細については後述する。

項目	時間	内容
講義 1	0:30	機械RAの導入
講義 2	0:50	機械の危険源・リスクアセスメントフロー解説・危害発生プロセスの説明
演習 1	2:10	モデル機による危険源同定 グループ演習・発表・質疑・現場解説
講義 3	1:10	リスク低減方策・基準類の解説
演習 2	2:10	モデル機による不適合指摘 グループ演習・発表・質疑・現場解説
講義 4	0:20	旭化成の機械RAシートの説明
確認試験	0:10	確認試験・アンケートの記入
合計	7:20	*休憩除く

表 2 研修カリキュラム



図 6 研修中の様子

3). 危険源の同定

モデル機を使った実例として、写真のような装置から、危険源を同定する演習をおこなう。同定は、ISO12100 附属書 A に示されるリストと照合して、「どんなシチュエーションで、どれぐらいひどい障害に至るか」がわかるように、図 7・表 3 のような記載ができることを指導している。



図 7 モデル機の危険源の例

危険源部位 (作業手順書参照)	危険源 区分 (危険源リスト参照)	結果 区分 (危険源リスト参照)	危険事象	
			どういしチュエーションで	どんな障害に至るか
ニップロールの上 下ロール間のピン チポイント	1n 回転要素	1F 巻き込み	フィルムの蛇行を修正しようとして箔 を伸ばしているとき、	ニップロールに指を挟まれ、指を骨折す る。

表 3 危険源同定の記載例

4). 間欠的に発生するリスクの同定

実際に動くモデル機を使用することにより、間欠的に発生するリスクの同定が可能になる。例えば図 8 のように、巻芯の切替時のみピンチポイントが発生する。常に動いている部分ではないため、受講生がなかなか見抜くことはできないが、実機にて解説をすることで納得感も得られる。



図 8 間欠的に発生するピンチポイントの例

5). 不適合箇所の指摘

課題 v (社内技術基準・指針が理解されていない) を解決するため、直接的には危害には至らないが、社内基準を満たしておらず、ヒューマンエラーを誘発したり容易に手が出せてしまう安全カバーなどを、安全対策の「不適合箇所」と定義して、安全柵/カバーの不備を中心に盛り込んだ (図 9)。このなかではカバーを付けたことにより、かえって新たなピンチポイントが生じるなど、現場で起こりやすい要素も盛り込んだ。



図 9 カバーで新たな危険源が生じている具体例

不適合箇所の指摘は、JIS/ISO に準拠した社内基準に照らし合わせて、どこに基準違反があるかを見つける演習をおこなう（図 10・表 4）。下記表 4 のように、根拠とあるべき姿が記載できるよう指導している。



図 10 不適合の例

場所 (作業手順書参照)	対応する 基準・規格	なぜだめか	あるべき姿は
巻出	回転機器等の安全 技術基準 p.6	駆動部のガードのメッシュが荒く、危険源に 指が届く	メッシュを細かくし、指が届かないサイズ にする。

表 4 不適合箇所同定の例

さらに機械だけではなく電気に対するリスクアセスメントを行うため、実習用（模型）の制御盤や操作盤を製作し、不適合箇所の指摘を行えるようにした（図 11）。



図 11 実習用制御盤

6). 課題とその解決策のまとめ

先述の課題とその解決方法をまとめると、表 5 のようになる。

No	課題項目	課題解決手段
i	事例活用	旭化成の事業領域に応じた設備を対象にする
ii	設備イメージ	実物を動かし、ストーリーで直感的に理解させる
iii	危険源同定	実物を動かし、ストーリーで直感的に理解させ、発表/解説を通して共有化する
iv	社内基準理解	実物の不適合箇所を社内基準と照らし合わせて判定し、発表解説を通して共有化することで理解度を向上させる
v	間欠的リスク	実物を動かし、発表/解説を通して危なさを共有化する

表 5 課題とその解決方法

本研修を通じて、機械に精通していない受講者は「危険源」を見つけられない、カバーの中の危険源は「危険源ではない」と考えていることが判った。実機により「危険源」とは何か、納得できる機械安全の基礎研修が構築できた。

【3】到達状況と今後の展望

1. 現時点の成果

1). 機械 RA とリスク低減方策

既存設備の高リスク危険源の抽出は、ほぼ計画通りに進んでいる。今後、計画的に設備改善を進める。ただ、難易度の高い設備の改善は検討に時間を要しており、社内専門家の力も借りて、可能な限りリスク低減する予定である。

2). 資格取得、キーマン育成

S S A 資格は、2019 年 11 月現在で 134 人が取得した。また、キーマン研修は 45 人が修了し、対象となるほぼすべての組織にキーマンを配置した。さらに SA に関しては、社内的にも昇進試験等に活用できる重要資格に認定され、これからさらに増員予定である。

3). 機械安全実践研修（研修後の受講生の反応）

受講生のアンケートをとったところ、下記のとおり、実機を動かしていることならではの研修効果があり非常に好評である。

- ① 実機があることで直感的にわかりやすいのはもちろんのこと、グループ内の人ともピンチポイントの場所の認識合わせの討議ができて非常によい
- ② 間欠的に生じるピンチポイントを講師に解説され、自分が見落としていたことに気付かされた
- ③ 上下に隙間があるライトカーテンの中途半端な使い方をみて、規格への理解が深まる
今後は、専任の講師を増員し、年 10 回以上の講義を行い、裾野を広げていくことを計画している。

2. 今後の計画・展望

1). 1 号機の振り返りと 2 号機構想

今回製作して運用しているモデル機（1 号機）に対して盛り込んだ危険源を、JIS B 9700 : 2013 附属書 B を元に分類して整理すると、

- ① 墜落・転落が含まれていない（労災の原因の第 2 位でもある）
- ② レーザーやヒータを使った設備危険源を網羅できていない。
- ③ 窒息の危険源が網羅できてない

など、挟まれ巻き込まれ（+電気的危険源）以外の危険源は盛り込んでいなかった。次の 2 号機では危険源として上記の点を補いたいと考えており、その手段としてデジタル技術 V R を活用する予定である。現在 V R のメリットとして下記を想定している。

- ① 実際に怪我をするリスクがなく安全に研修が行える（実際に墜落、やけど、窒息することはない）
- ② 設置スペースがいらぬ
- ③ 技術の陳腐化に対して、中身を継続的にアップデートしやすい
- ④ 投資削減効果がみこめる
- ⑤ 遠方で来にくいオペレータの参加が促進でき、裾野が更に広がる

2). 時代に即して内容をアップデート

2013 年の労働安全衛生規則の改定により、人協働ロボットの導入が普及してきた。社内においても具体的な導入検討が進んでおり、リスクアセスメントと最新の安全技術により確実なリスク低減方策は今後益々求められる。情報を日頃からアップデートしていくことで、その時代と技術に応じた方策を適応できるようにしていく。例えば設備協調安全技術(Safety2.0)を活用し、人協働ロボットの安全教育についても提案し、生産現場の安全性と生産性向上に寄与したい。

以上