

安全規格・技術セミナー

～リスクアセスメントと安全設計～

株式会社フジセーフティ・サポート

<http://fujisafety.jp/>

安全とは？

①ある状況下における安全に対する認識

危険 ～危険が確認できる～	安全か危険かわからない状態 ～リスクがある状態～	安全 ～安全が確認できる～
------------------	-----------------------------	------------------

②不適切な安全の定義

危険	安全(=危険でない)
----	------------

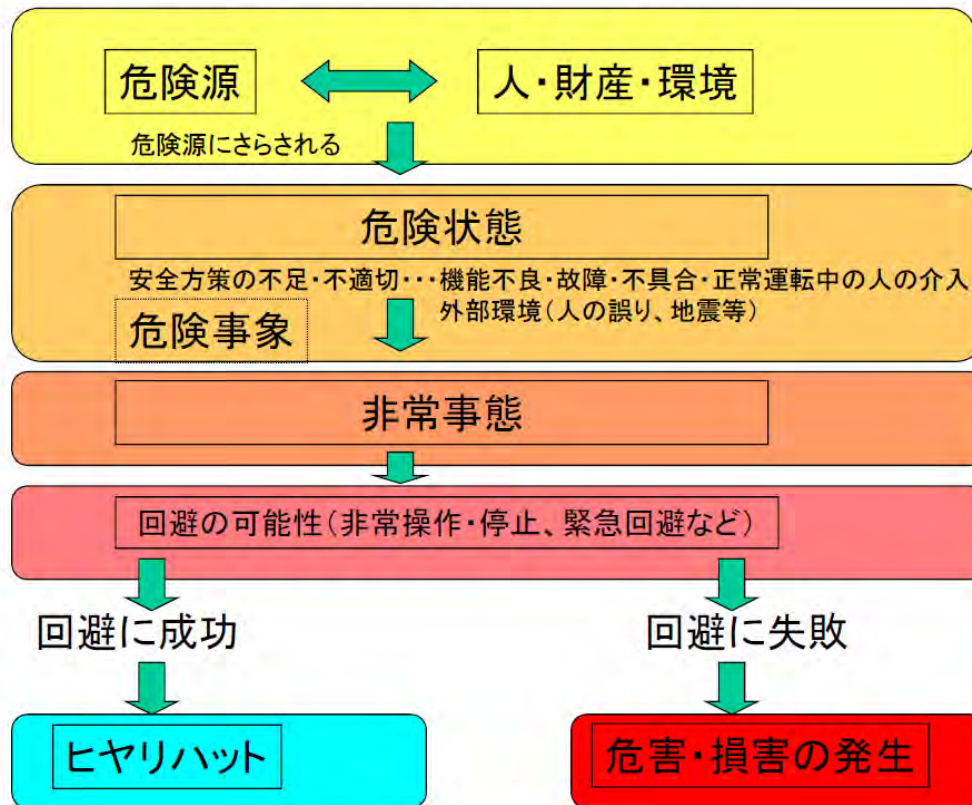
③適切な安全の定義(安全確認型の安全)

危険(=安全でない)	安全(=安全)
------------	---------

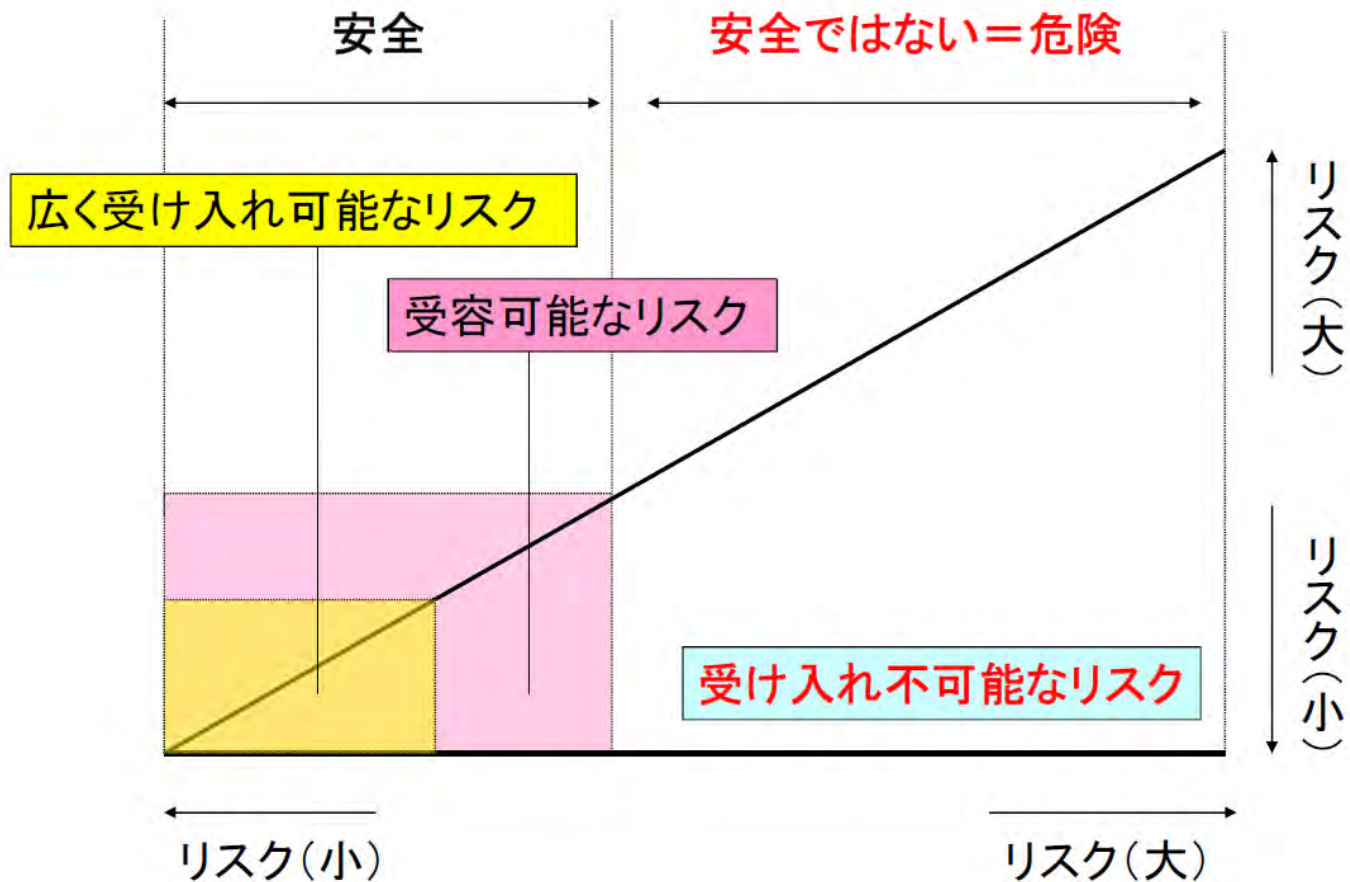
安全(safety): 受容できないリスクがないこと

危害発生メカニズム

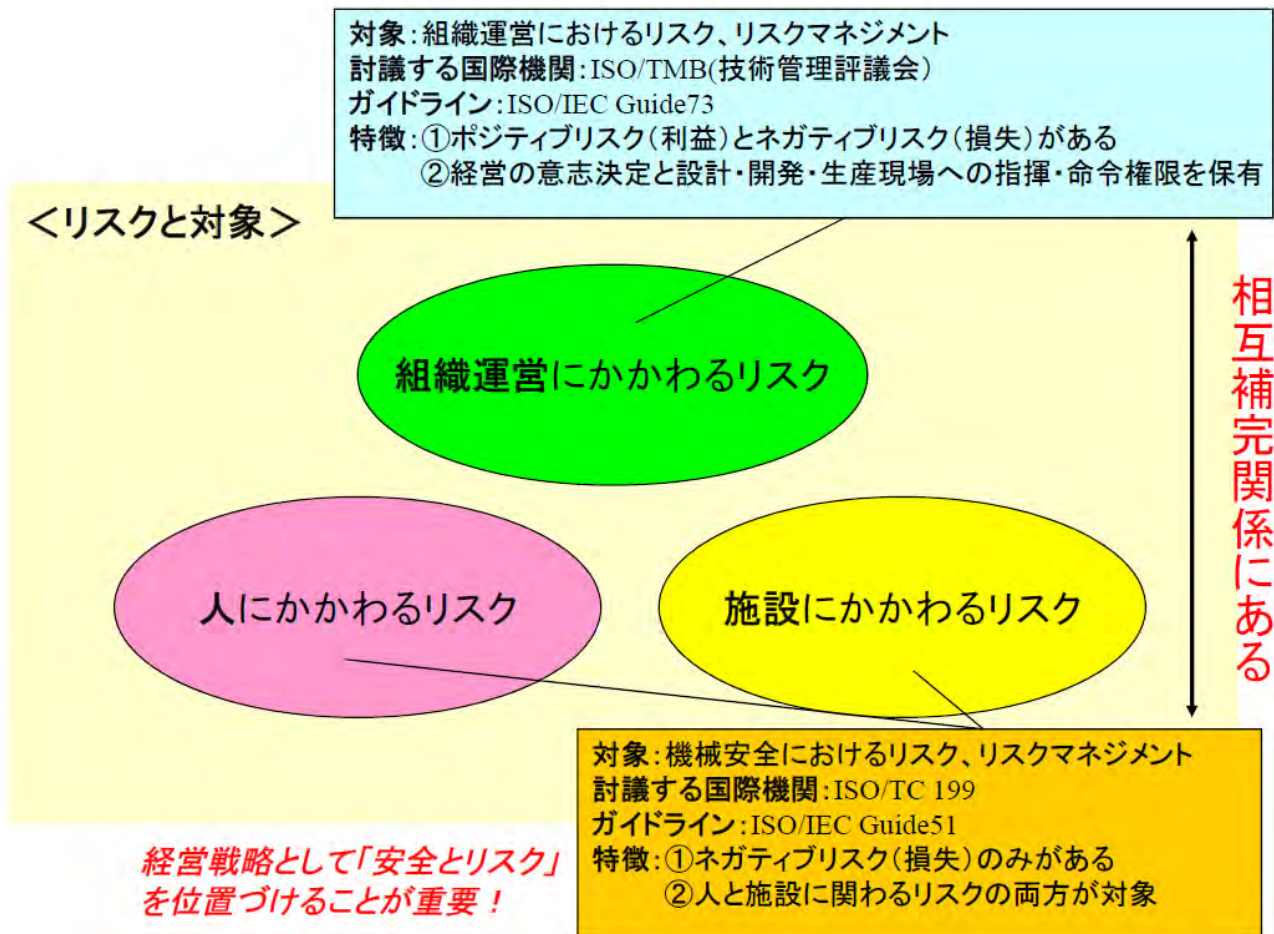
～危害発生メカニズム～



安全へのアプローチ



機械安全のリスクと組織運営のリスクとの関連性



リスクアセスメントとリスクマネジメント

リスクマネジメント = リスクアセスメント + リスク対策
(ISO/IEC Guide51) (ISO 14121) (ISO 12100)
(ISO/IEC Guide73) (－) (－)

<機械安全のリスクアセスメント>

機械安全のリスクアセスメントは、機械設備に潜む危険源を探し出して特定し、特定した危険源にかかわるリスクを見積もり、リスクが受け入れ可能か否かを評価する。

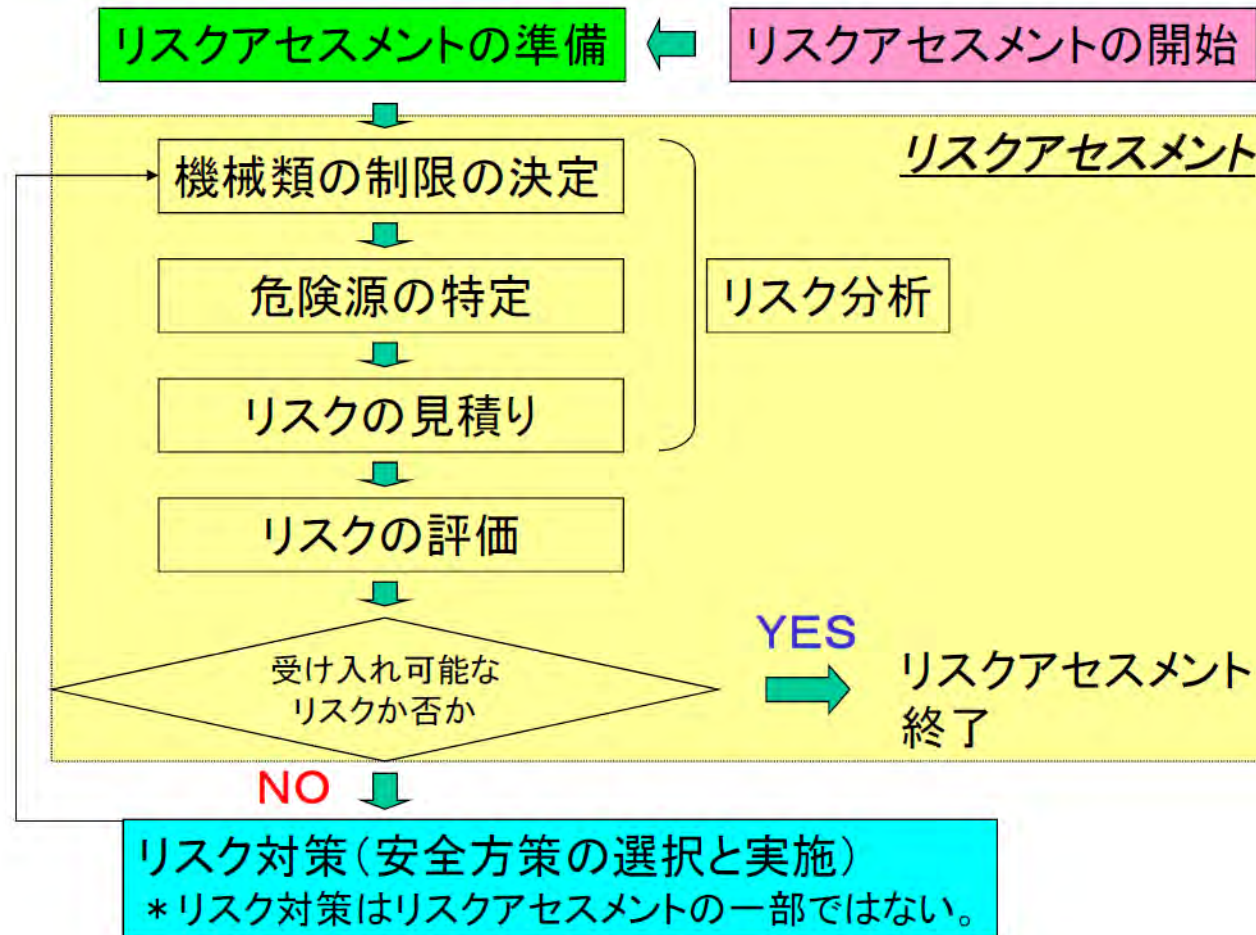
<組織運営のリスクアセスメント>

組織運営のリスクアセスメントは組織や組織運営に潜むリスクを探し出して、リスクを見積もり、リスクが受け入れ可能か否かを評価する

<リスク対策>

評価されたリスクを低減させる方法。そのための方法は機械安全のISO12100:2010に示されている「3ステップメソッド」があり、組織運営のISO/IEC Guide73 に示されているリスクコントロール(回避・最適化移転・保有)がある。

機械安全のリスクアセスメントの手順



リスクアセスメントの準備

リスクアセスメントを実施する上では、準備作業としてリスクアセスメントを実施する当該製品などに関する必要な情報を事前に収集することが必要である。

<必要な情報の例>

- a) 機械類の詳細に関する事項
 - －使用者の別
 - －想定される機械の使用(機械類の寿命のさまざまな局面の記述、設計図面又は機械類の性質を示す他の手段、要求される動力源及び接続方法)
 - b) 類似の機械類で、以前になされた設計の文書化
 - c) 利用可能な機械類の使用上の情報
 - d) 法規制、規格及び他の適用可能な文書に関連する事項(適用可能な法規制、関連する規格関連する技術仕様、安全データシート)
 - e) 使用経験に関する事項[実際の又は類似の機械類の災害、事故又は機能不良履歴放射(騒音、振動、埃、噴霧など)、機械類によって使用される化学物質、処理される材料から生じる健康障害履歴]
 - f) 関連する人間工学原則
- 等

機械類の制限の決定

◆使用上の制限

①機械の意図する使用を明確にする

機械を設計する際に、機械がどのように設置され、どのような目的のために使われるかを想定したものが、機械の意図する使用である。

②予見可能な誤使用を明確にする

機械は設計者にとって予想外の使われ方をすることがある。それが誤使用であり、ミスやエラーによる誤使用と意図的な誤使用がある。

◆空間上の制限

空間上の制限とは、当該機械の稼働派に、機械の設置及び保全のための空間、オペレーターと機械の間のインターフェース、機械と動力供給の間のインターフェースなどを決定することを意味する。簡単にいえば、機械のレイアウトを決めることである。

◆時間的な制限

時間上の制限とは、機械類やそのコンポーネント(工具、劣化部品、電気コンポーネントなど)の寿命限界を考慮することであり、と例えば、当該機械の運転寿命や部品の劣化などを考慮した交換寿命、機械の清掃間隔などを決定すること。

危険源の特定

主な危険源、目立つ危険源だけを探し出しただけでは、いつまでたっても事故はなくなる。機械設備や生産現場の事故を防ぐためには、すべての危険源を探し出すことが重要である。

機械設備や生産現場に潜む“すべての危険源”を探し出すこと、それが“安全の棚卸し”である。

<危険源を探し出す方法>

a) 危険源のチェックリスト

- * 設備機械に潜む危険源については、リスクアセスメントの規格 ISO14121(JIS B 9702)の付属書A“危険源、危険状態及び危険事象”の一覧表をチェックリストとして使用できる。

b) ハザード分析

1)ワット・イフ分析法(What-if法)

- * 質問がすべての作業をカバーしているか否かが大変重要。そのためにも綿密な業務分析が必要になる。

2)フォールトツリー分析法(FTA法)

- * 具体的に、事故から、事故防止策を突き詰めていく分析方法。事故の再発防止に有効。

リスクの定義と見積

危険源のリスク＝重大度×発生度(頻度)

Risk = Severity (Degree of damage) ×

Probability of the occurrence of an injury or damage

■ 重大度: 考慮下の危険源に潜在する危害のひどさ

- ① 保護対象の性質(人, 財産, 環境)
- ② 傷害又は健康障害の強度(軽い, 重い, 死亡)
- ③ 危害の範囲(個別 機械の場合, 一人, 複数)

リスク定義と見積

■ 発生度：危害の発生確率

● 危険源への暴露頻度及び時間

- ①危険区域への接近の必要性
- ②接近の性質
- ③危険区域内での経過時間
- ④接近者の数
- ⑤接近の頻度

● 危険事象の発生確率

- ①信頼性及び他の統計データ
- ②事故履歴
- ③健康障害履歴
- ④リスク比較

● 危害回避又は制限の可能性

- ①誰が機械を運転するか
- ②危険事象の発生速度
- ③リスクの認知
- ④危害回避又は制限の人的可能性
- ⑤実際の体験及び知識による

リスクマトリクス の例(ANSI B11)

危害の発生確率	危害のひどさ			
	致命的 (catastrophic)	深刻 (serious)	中程度 (moderate)	軽微 (minor)
確定的 (very likely)	高	高	高	中
起こり得る (likely)	高	高	中	低
起こりそうにな い (unlikely)	中	中	低	無視可能
起こりえない (remote)	低	低	無視可能	無視可能

致命的(catastrophic)：死亡又は永久的な傷害若しくは疾病（仕事に戻れない）
 深刻(serious)：重大な傷害又は疾病(ある時点では、仕事に戻れる)
 中程度(moderate)：応急処置以上が必要とされる重大な傷害又は疾病(同じ仕事に戻れる)
 軽微(minor)：応急処置以上を必要としない傷害がない、又は軽微な傷害（ほんのわずか、又はまったく仕事の時間に支障がない）
 確定的(very likely)：起こることがほぼ確実
 起こり得る(likely)：起こる可能性が高い
 起こりそうにない(unlikely)：ほとんど起こりそうにない
 起こりえない(remote)：ゼロに近いくらい起こりそうにない

リスクの評価基準

重要度 ↓

発生度 →

	1:ほぼ無い	2:あり得る	3:時々	4:定期的	5:常時
1: 軽微	1	2	3	4	5
2: 軽傷	2	4	6	8	10
3: 中傷	3	6	9	12	15
4: 重傷	4	8	12	16	20
5: 致命傷	5	10	15	20	25

Probability →	1:Unthinkable	2:Unlikely	3:Likely (at times)	4:Likely (sometimes)	5:Likely (frequently)
Severity ↓					
1: Minor	1	2	3	4	5
2: Light	2	4	6	8	10
3: Moderate	3	6	9	12	15
4: Severe	4	8	12	16	20
5: Fatal	5	10	15	20	25

リスクの評価（重大度）

Severity of Assessment

[Assessment point]	[against person]	[against property]
1 : Minor damage → (to perform normal function)	★treatment oneself ex.)bruise	★inspection only ex.)protection devices operate
2 : Light damage → (influence on function)	★first aid only ex.)sprained finger	★repair only ex.)nasty smell from product
3 : Moderate damage → (normally reversible)	★medical treatment regularly ex.)cracked bone	★exchange for a new article ex.)smoke from product
4 : Severe damage → (normally irreversible)	★in hospital, ex.)complicated fracture of a bone	★house's damage ex.)a small fire
5 : Fatal or Catastrophic damage →	★death ex.)the heart of injury or damage	★house's raze ex.)fire by fracture of a bone

リスクの評価（発生度）

Probability of the Occurrence Assessment

The assessment point is decided by the frequency of occurring hazards and the method of working the device.

[Assessment point]

1 : Unthinkable, it can be assumed occurrence may not be experienced.

(in life of an item)

2 : Unlikely, it is possible that occurrence may not be experienced. (in life of an item)

3 : Likely to occur at times

4 : Likely to occur sometime

5 : Likely to occur frequently

リスクの評価（ランク決め）

Rank

The total assessment points are classified by the follow rank, and we investigate the safety measure against each ranks.

[Rank]	[Total point]	
L (Low)	1～3	→ permissible scope
M (Medium)	4～7	→ countermeasure easily working method
H (High)	8～11	→ reduce risks
C (Critical)	12～	→ fundamentally review the designing

リスク分析・評価シート

■ リスク分析・評価

製品名: _____

適用規格: EN1050 (機械の安全性 - リスクアセスメントの原理)

日付: 年 月 日

モデル名: _____

STEP1: 危険の洗い出し

STEP2: 見つけた危険への対処(リスク分析・安全対策)

STEP3: 対策後のリスク評価

P1/3

リスク分析: 該当製品の各行程における安全上のリスク

段階番号、リスク項目は左記危険の洗い出しよりその記号を記入。重要度、発生頻度、リスク等級の詳細は別紙参照。

No.	内容	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	リスク項目	段階番号	発生度	発生頻度	リスク等級	該当する危険部分の内容		該当する危険部分の対応		残存リスクとその対策		備考
													該当する危険部分の内容	該当する危険部分の対応	残存リスクとその対策	備考			
見られる危険、事故の発生、及び事故の発生																			
1 機械的危険																			
●機械部品、又は加工品が原因で起こる危険																			
a) 形状 b) 位置 c) 安定性(重量) d) 剛性安定性(変位) e) 機械強度																			
●機械内部の異音・エネルギーが原因で起こる危険																			
f) 動力性機械部品(圧力) g) 加圧液体及び気体 h) 真空																			
1.1 押しつぶし(クラッシュ)危険																			
1.2 鋭断(切り裂き)の危険																			
1.3 切り傷、切創の危険																			
1.4 巻き込まれの危険																			
1.5 引き込まれ、落ち込みの危険																			
1.6 衝撃的危険																			
1.7 突き刺、刺し傷の危険																			
1.8 摩擦、磨り傷の危険																			
1.9 加圧液体(気体)の注入、噴出の危険																			
2 電気的危険																			
2.1 電気が流れている部品に人が接触(直接接触)																			
2.2 故障状態で電流が流れている部品に人が接触(間接接触)																			
2.3 高電圧電流の流れている部品に接近																			
2.4 静電気現象																			
2.5 放射線、溶融粒子及びシールド、誘電体による化学的影響																			
3 熱的危険																			
3.1 燃焼系、燃焼物、材料溶融、火災発生、熱源放射による火傷、溶融																			
3.2 高温、又は低温作業環境による健康被害																			
4 騒音が起こす危険																			
4.1 聴覚力喪失(聞こえない)、その他の生理的干渉(反響力喪失)																			
4.2 聴覚の障害、音響過敏の障害																			
5 振動が起こす危険																			
5.1 身体の拘束、及び作業環境を促さず非持ち式機械の使用																			
5.2 特に重要な姿勢と組み合わせたときの全身振動																			
6 放射から生ずる危険																			
6.1 放射線、高電圧放射、マイクロ波																			
6.2 赤外線、可視光線及び紫外線																			
6.3 光線及び音線																			
6.4 放射線、音線、電子、又はイオンビーム、中性子																			
6.5 レーザ																			
7 材料、及び物質が起こす危険																			
7.1 有害な液体、気体、塵埃、繊維、及び塵埃との接触又は吸入																			
7.2 火災、又は爆発の危険																			
7.3 接触放射線、又は有害放射線のウイルス又は細菌、感染																			
8 エルゴノミー(人間工学)を無視したことによる顕著な危険																			
8.1 ムリな姿勢、又は過度な操作																			
8.2 人の手、腕、足、脚を適切に使用しないムリな操作																			
8.3 防護機能、用具の使用を無視した機器の使用																			
8.4 不適切な長距離歩行																			
8.5 精神的ストレス(過負荷及び過小負荷)																			
8.6 ヒューマンエラー、人の行動																			
8.7 手動制御装置の不適切な設計、配置、又は離脱																			
8.8 視覚表示装置の不適切な設計、又は配置																			
9 組合せによる危険																			
9.1 機器の組合せによって起こる危険																			
9.2 オプション機種の追加によって起こる危険																			
9.3 組合せによって増大する危険																			

*重要度(Severity): "1"軽微(Minor) "2"軽度(Light) "3"中度(Moderate) "4"重度(Severe) "5"致命的(Catastrophic)
 *発生度(Probability): "1"1回以下/10年(Unlikely) "2"1回以下/5年(Rare) "3"1回以下/1年(Possible) "4"5回以下/1年(Likely) "5"5回以上/1年(Frequent)
 *リスク等級(Categories): 重要度(Severity) × 発生度(Probability)
 補注: "C"Critical(126/10以上)設計変更し "H"High(38~116/10)危険低減策 "M"Medium(4~76/10)表示等で対処 "L"Low(1~38/10)許容範囲

リスクアセスメントレポート (RA Report)

RISK ASSESSMENT

Example

Product: SAFETY PRODUCT
Model: FSS

Date: Day Mon., Year Rev.0

Applicable Standard: ISO 14121 (ISO 12100:2010)

STEP 1: Hazardous Identification

(1)Manufacture (2)Transportation (3)Installation (4)Operation
(5)Maintenance (6)Service (7)Disassembly

Kind of Hazards	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)
1. Mechanical Hazards	※Described in STEP 2 and 3						
a. Shape (Sharp edge, Rough surfaces, etc.)							
b. Inadequate Operation or Mechanical Strength							
c. Crushing, Impact, Cutting, Pinching etc.				●	●		
d. Falling, Imbalance							
e. Others							

STEP 2: Action against Hazardous items

1. Risk Identifications

Item	Severity	Probability	Total Points	Rank
1c-(4),(5)	2	4	8	H

2. Risk Analysis (Hazardous contents and Countermeasures)

Identification	Contents
FEEDER Feeding operation	Risk of injury by entangling the operator's hands or clothes in the feeding roller.

3. Countermeasures

Countermeasures in design	Residual risks and Countermeasures
Put a cover over the roller so that one's hands or clothes would not reach in.	To protect the operator's hands from getting stuck in the feeding roller. 1. Put caution label on the hazardous area 2. Describe caution in the user's manual.

STEP 3: Risk Assessment

After countermeasures	Remarks
Tolerable risk.	Refer to the operation manual.

Definition; Risk= Severity (Degree of damage)*Probability (Occurrence of an injury or damage)

Severity: 1:Minor 2:Light 3:Moderate 4:Severe 5:Fatal or Catastrophic

Probability: 1:Unthinkable 2:Unlikely 3:Likely to occur at times 4:Likely to occur sometimes 5:Likely to occur frequently

Total points: The product of severity assessment points by the probability of the occurrence assessments points.

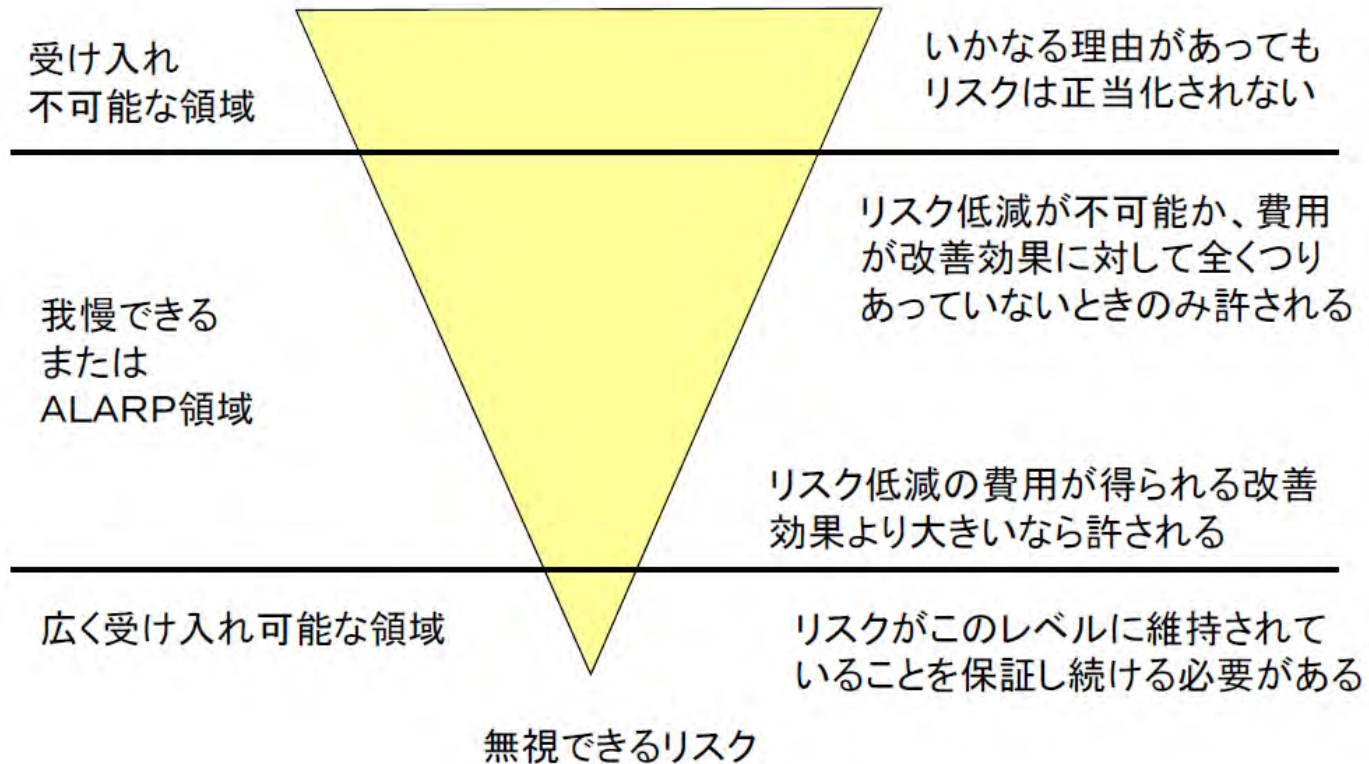
Rank: L(Low);from 1 to 3, M(medium);from 4 to 7, H(High);from 8 to 11, C(Critical);from 12 *Depending on total points

Copyright (c) 2014, FSS Corporation

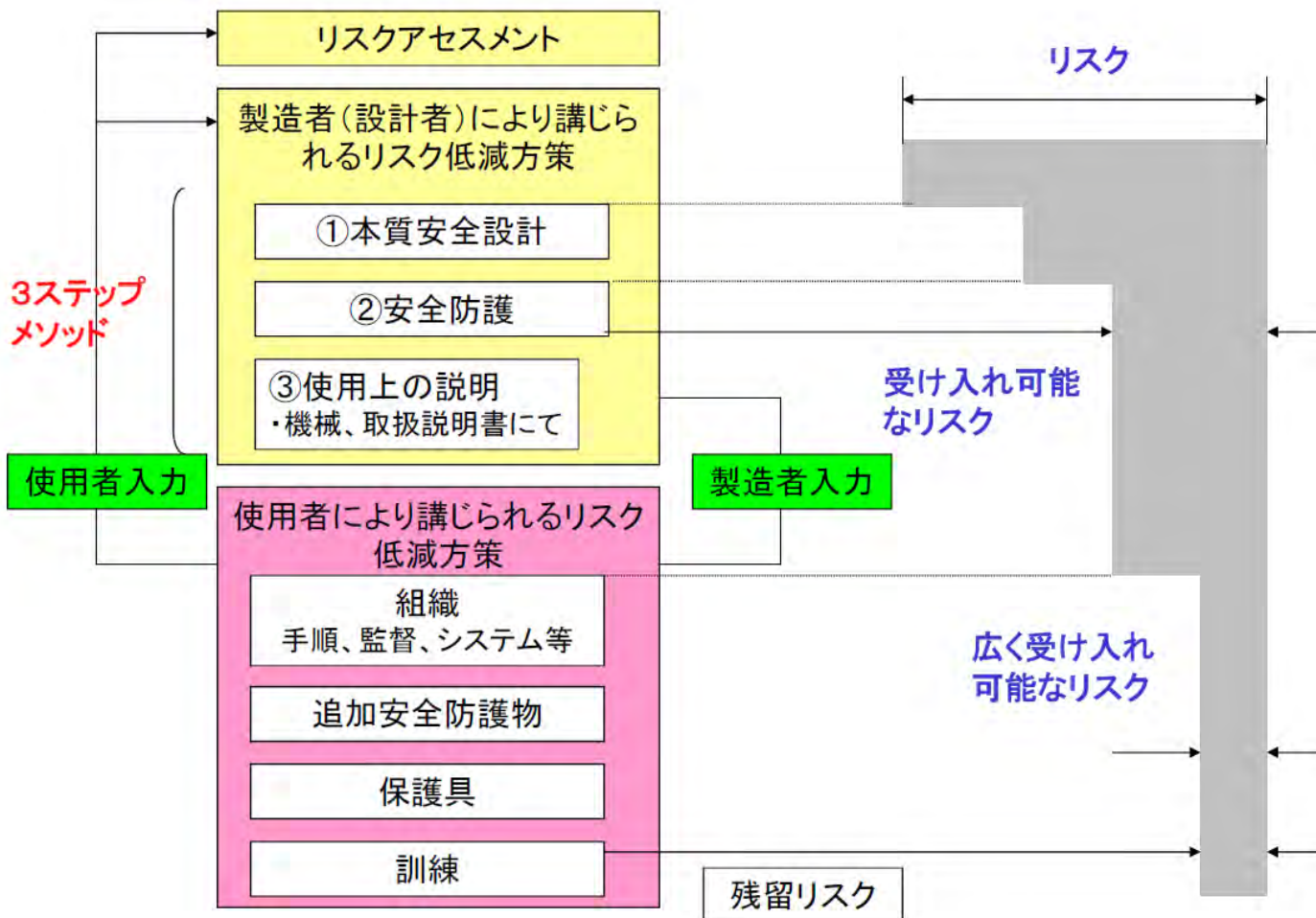
1/1

ALARP (As Low As Reasonably Practical) の原則

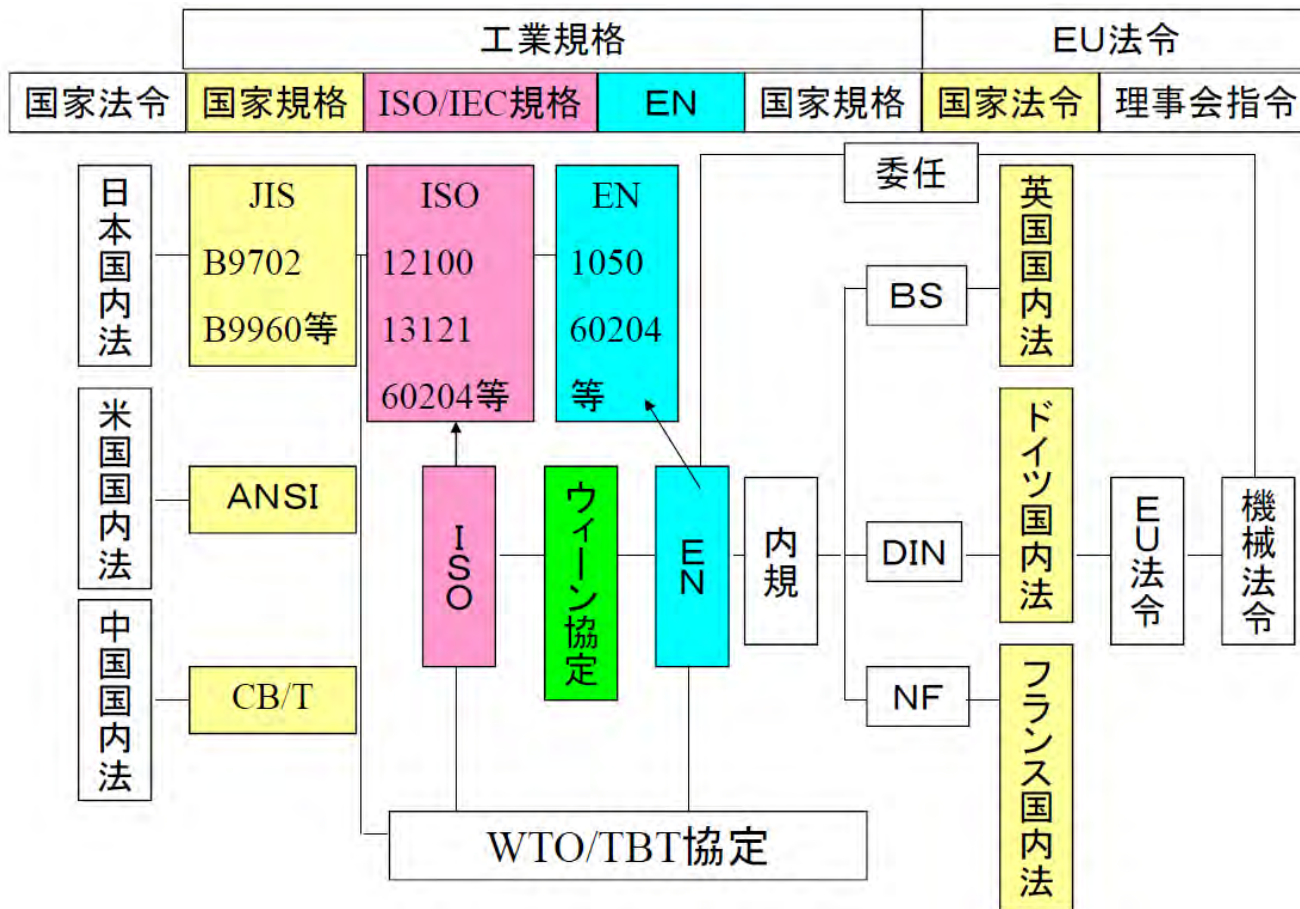
リスクを合理的に実行可能な範囲で、できるだけ低減する
～経済性と安全のバランス～



機械安全のリスク対策



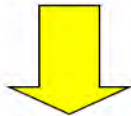
国際統合化への法令と工業規格の体系



EN規格の世界普及（欧州主導の安全規格）

＜世界の潮流が各メーカーに要求すること＞

- ①世界の安全規格への実務的対応
- ②リスクマネジメントの実践
- ③本質的安全設計を常に実践できる組織文化の構築



経営戦略として「安全とリスク」
を位置づけることが重要！

機械指令（1989年）

＜EU内の指令＞

多くのEN規格（整合規格）
を作成

ウィーン協定（1991年）

＜EU内の指令＞

- ・EN ↔ ISOとなることを合意
- ・ENの内容を反映したISOを多く発行

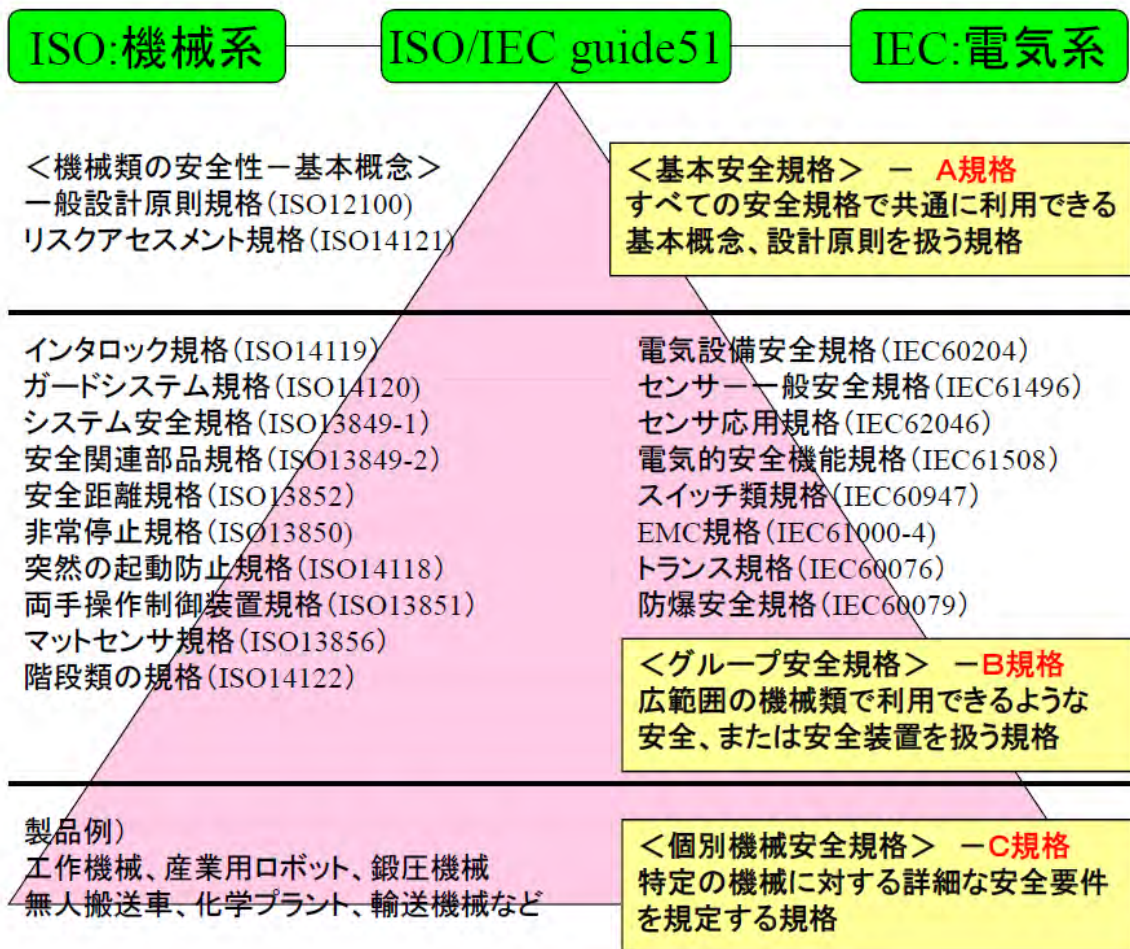
WTO/TBT協定（1991年）

＜WTO加盟国間の協定＞

- ・ENの影響を大きく受けたISOを、欧州域外の国でも国家規格として採用

世界の安全規格の潮流は欧州主導へ

国際安全規格の階層化構成



なぜ、日本の機械・組織安全は世界に遅れてるのか？

<欧州では？> → 機械安全を実現するのは強制！

安全規格を制定する目的は、安全規格を満たした製品以外を流通させないようにすることで国民の安全を守ろうとするものである。欧州の機械指令とCEマーキングの制度がそれである。そして、欧州では、機械安全規格は各国の法令と結びついて強制規格となり、法律と同じ効力を持ち、CEマーキングのない機械製品は安全でないとして流通させないことになっている。



<日本では？> → 機械安全を実現するのは任意！

日本のJIS規格にある安全規格のほとんどは任意規格である。また、機械安全のJIS規格はISO規格を翻訳したものが中心であるが、これらはすべて任意規格である。従って、日本の安全規格はメーカーや設計者の善意や責任、そして厳しい世論が拠所になる。

日本にはガイドラインによる規制があるが、これは法令でないため強制力がない。



この大きなGAPがメーカーが欧州や米国などに製品を輸出する際に、適合規格取得のために多大な労力やコストをかけてしまう大きな要因となる。日本の各メーカーは日頃から、本質的安全設計を行える業務を行うために、経営戦略として「安全とリスク」を位置づける必要がある。

日本の機械安全に関するガイドライン

a) 機械の包括的安全指針

安全に関するガイドラインとしては、ISO12100とほぼ同じ“機械の包括的な安全基準に関する指針”(厚生労働省)がある。機械類の耐用期間中のすべての段階におけるリスクを査定し、リスクを低減させるための3ステップメソッドと呼ばれるリスクへの対応のための手順をまとめたものである。

b) 機械設備のリスクアセスメントのガイドライン

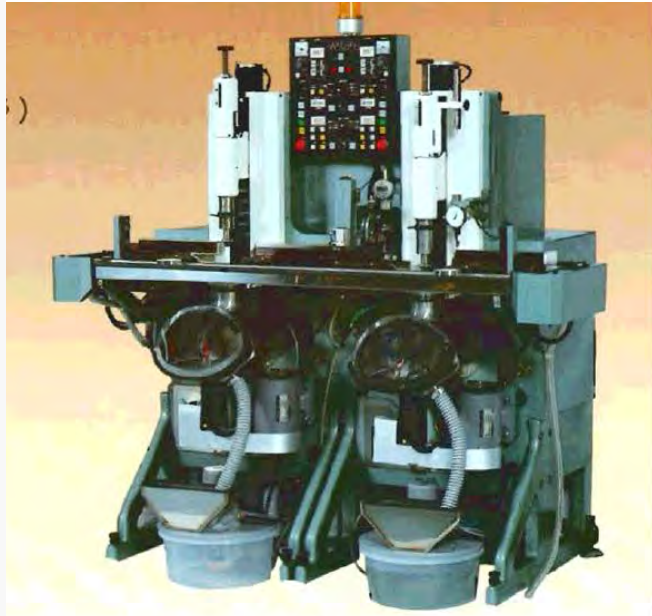
2005年10月に労働安全衛生法が改正され、第28条の2で生産現場のリスクアセスメントが機械設備の使用者などの事業者の努力義務とされたことで、厚生労働省はリスクアセスメントに関するガイドラインを整備しようとしている。



あくまでもガイドラインで、法的拘束力はない！

機械装置 (改造前 BEFORE / 改造後 AFTER)

自動レンズ研磨機 Automatic Lens Polishing Machine



改善前 (BEFORE)



改善後 (AFTER)

リスク分析・安全対策 *国際規格(ISO 12100:2010)適用

見つけた危険への対処(リスク分析・安全対策)						対策後のリスク評価					
段階番号	リスク項目	重大度	発生日	対策前リスク等級	該当する危険部分の内容	該当する危険部分の対応	残存リスクとその対策	重大度	発生日	対策後リスク等級	備考
4	1.1	3	3	9	上軸アーム下降時に上軸アームとコンベア 或いはカバー等の間に挟まれ押しつぶ しの危険が有る。	上軸アーム部に安全柵を設置し安全柵に点検用 ドアを設けた。 点検用ドアにはセーフティスイッチを取り 付けドア開時には上軸サーボモーター主回路 電源を切断する回路とした。	カバー上部に手や物が入る隙間が存在 する。 カバーに警告ラベルを貼りマニュアル にその危険性を明記した。	-	-	-	
4	1.3	3	3	9	下軸揺動ベースとフレームの間に挟ま れ切断の危険が有る。 対象の部位は速度が遅い為充分危険か ら回避出来ると思われる。	下軸部全体に保護柵を設置し保護柵に保守用 取り外しカバーを設けた。 保守用取り外しカバーにはセーフティスイ ッチを取り付けカバー取り外し時には揺動サ ーボモーター主回路を切断する回路とした。		-	-	-	
4	1.4	2	3	6	段取り作業に於いて主軸スピンドルブ ーリーに巻きこまれる危険が有る。	下軸カバー取り外し時にはカバーの取り外し スイッチOFFで主軸モーターが回転 しない様にIL回路をPLCにプログラムした。		1	1	1	
4	1.7	1	4	4	運転中上軸部カバーの点検ドア開時オ プション部及びコンベアが動作中の状 態が有りオプション部及びコンベアに 接触し軽微な打撲傷巻き込まれの危険 が有る。		カバーに警告ラベルを貼りマニュアル にその危険性を明記した。	1	2	2	
5	1.1 1.3 1.4 1.7	2	3	6	精度調整時は、下軸部保護柵、上軸ア ーム安全柵を外しILを解除しての作業と なる為上軸アーム又は揺動部に挟み込 み押しつぶしの危険が有る。		マニュアルにその危険性を明記し 安全指導と教育を実施する。ILの解除 方法とIL解除キーの保管方法は マニュアルに記した。	3	2	6	
6	2.3	3	2	6	制御盤の異常時点検、確認作業はカバ ーを外しての点検作業となる為高電圧 部への接近の危険が有る。		マニュアルにその危険性を明記し 電気技術者以外の点検を禁止する様に 明記した。	3	1	3	

リスク分析・評価シート *国際規格(ISO 12100:2010)適用

RISK ASSESSMENT

Product: Automatic Lens Processing System Model: BX1 Manufacturer: HARUCHIKA Co., Ltd.		PROCESS: (1)Manufacture (5)Maintenance (2)Transportation (3)Installation (6) Service (4)Operation (7) Disassembly (8) Relevant process
STEP 1 : Hazard Identification Kind of Hazards 1. Mechanical Hazards due to: 1.1 Machine parts or work pieces, e.g. at shafts (a) relative location or mass and stability (b) mass and velocity (c) mechanical strength 1.2 Accumulation of energy inside the machinery e.g. A/C 1.3 Elastic elements (a) liquids and gases under pressure (b) the effect of vacuum 1.4 Crushing hazard 1.5 Shearing hazard 1.6 Cutting or severing hazard 1.7 Entanglement hazard 1.8 Dragging or tripping hazard 1.9 Impact hazard 1.10 Stabbing/puncture hazard 1.11 Friction or abrasion hazard 1.12 High pressure fluid injection or ejection hazard 2. Electrical Hazards due to: 2.1 Contact of persons with live parts (direct contact) 2.2 Contact of persons with live parts which have become live under faulty conditions (indirect contact) 2.3 Approach to live parts under high voltage 2.4 Electrocution (electroshock) 2.5 Thermal radiation or other phenomena such as the projection of molten particles and chemical effects from short circuits, overloads 3. Thermal hazards, resulting in: 3.1 Burns, scalds and other injuries by a positive contact of persons with objects or materials with an extreme high or low temperature, by flames or explosions and also by the radiation of heat sources 3.2 Damage or injury by hot or cold working environment 4. Hazards generated by noise, resulting in: 4.1 Hearing loss (deafness), other physiological disorders (e.g. loss of balance, loss of awareness) 4.2 Interference with speech communication, acoustic signals, etc. 5. Hazards generated by vibration 5.1 Use of hand-held machines resulting in a variety of neurological and vascular disorders 5.2 Whole body vibration, particularly when combined with poor postures 6. Hazards generated by radiation 6.1 Low frequency, radio frequency, radiation, microwaves 6.2 Infrared, visible and ultraviolet light 6.3 X and gamma rays 6.4 Alpha, beta rays, electron or ion beams, neutrons 6.5 Lasers 7. Hazards generated by materials and substances 7.1 Inert their significant elements processed or used by the machinery 7.2 Hazards from contact with or inhalation of harmful dusts, gases, mists, fumes, and steam 7.3 Fire or explosion hazard 7.4 Biological or microbiological (viral or bacterial) hazards 8. Hazards generated by neglecting ergonomic principles in machinery etc., e.g. hazards from: 8.1 Unhealthy postures or exertion effort 8.2 Inadequate consideration of hand/arm or foot/leg anatomy 8.3 Negligent use of personal protection equipment 8.4 Inadequate load carrying 8.5 Mental overload and underload stress 8.6 Human error, human behaviour 8.7 Inadequate design, location or identification of manual controls 8.8 Inadequate design, location or visual display units 9. Combination of hazards 10. Unexpected start up, unexpected over-run/over speed (or any similar malfunction) from: 10.1 Failure/disorder of the control system 10.2 Restoration of energy supply after an interruption 10.3 External influences on electrical equipment 10.4 Other external influences (gravity, wind, etc.) 10.5 Errors in the software 10.6 Errors made by the operator (due to mismatch of machinery with one's ability and abilities, see 8.6) 11. Impossibility of stopping the machine in the best possible conditions 12. Variations in the rotational speed of tools 13. Failure of the power supply 14. Failure of the control unit 15. Errors of fitting 16. Break-up during operation 17. Falling or ejection of objects or fluids 18. Loss of stability / overturning of machinery 19. Slip, trip and fall of persons (related to machinery)		

Definition: Risk= Severity (Degree of damage)×Probability (Occurrence of an injury or damage) *Applicable Standard: EN1050:1997

Severity: 1:Minor 2:Light 3:Moderate 4:Severe 5:Fatal or Catastrophic
 Probability: 1:Unthinkable 2:Unlikely 3:Likely to occur at times 4:Likely to occur sometimes 5:Likely to occur frequently
 Total points: The product of severity assessment points by the probability of the occurrence assessments points.
 Rank: L(Low):from 1 to 3 ; M(Medium):from 4 to 7 ; H(High):from 8 to 11 ; C(Critical):from 12 *Depending on total points.

ATTACHMENT

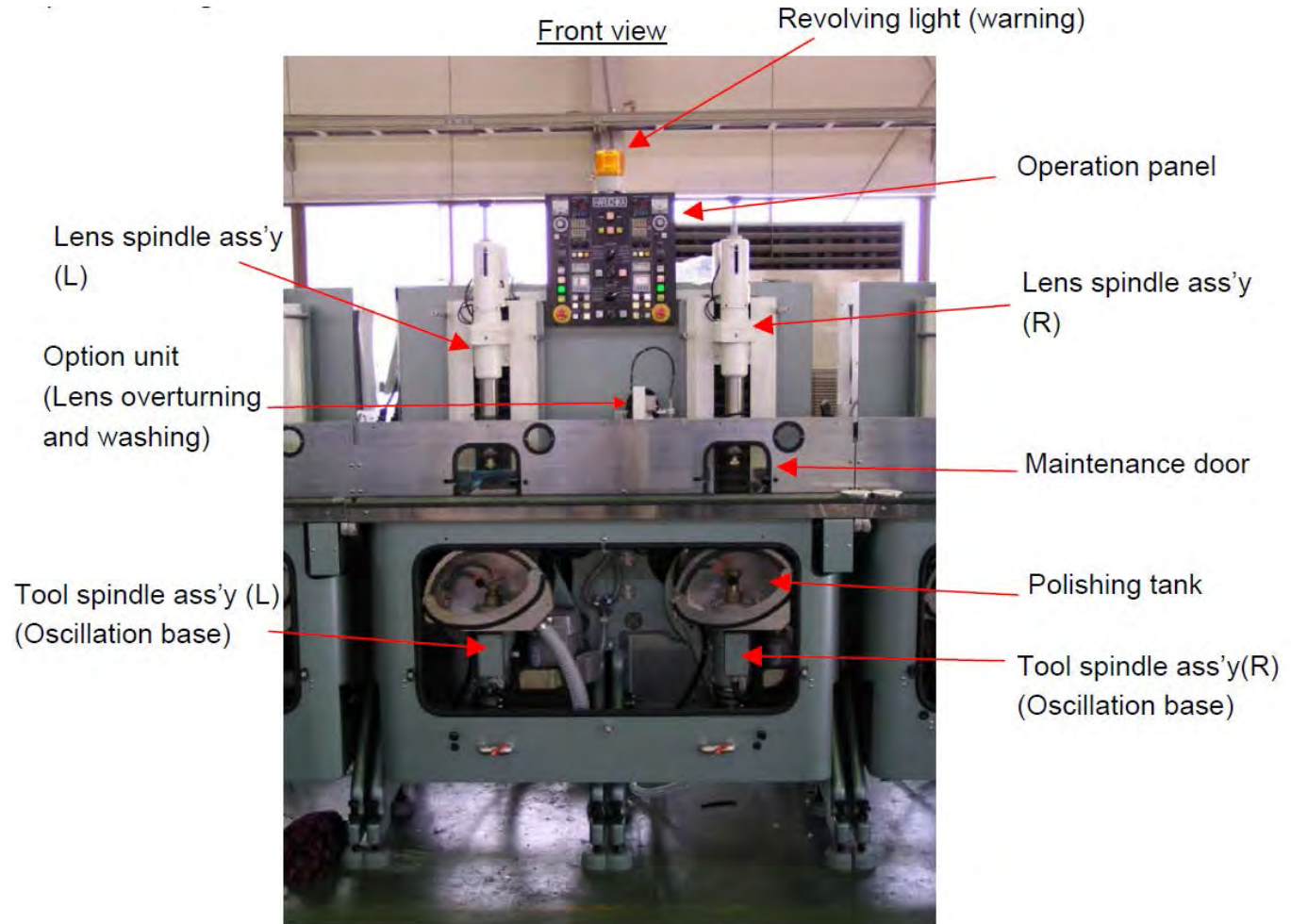
Ver. 0: Date: 1 July, 2005
 HARUCHIKA Co., Ltd

STEP 2 : Action against Hazard

STEP 3 : Assessment After countermeasures

No.	Process	Severity	Probability	Total points	Rank	Hazard contents and Countermeasures		Revised risk and Countermeasures		Remarks		
						Contents	Countermeasures	Severity	Probability			
1.3	4	2	4	8	H	Due to movement of XY arm there is risk of cutting/severing, entanglement or slubbing/puncture	Safety guard cage is provided. For maintenance purpose such as exchange of carrier and recovery from error, door is provided. Door has safety switch, so when opening door, power supply to XY servo motors are disconnected by electro-mechanical circuit.	Safety guard cage has small opening for carrier exit. Caution label is labeled on cage adjacent to exit. Safety instruction is provided in manual.	-	-	-	L
2.1	5	3	2	6	M	Cover of control board is removed during maintenance, so there is risk of direct contact to hazardous live parts. Maintenance shall be done by skilled engineers only.	Tool is required to remove cover of control board	Caution label is labeled on cover of control board. Safety instruction is provided in manual too.	-	-	-	L
2.2	4	3	4	6	M	In case of drainage failure of water tank there is risk of electric shock and/or fire because water tank motor is installed downward	Motor cover is provided to avoid direct hit of spill water.		-	-	-	L
6	-	-	-	-	H	Electromagnetic wave from machine interferes operation of other equipment. On the other hand machine receives EMI from other equipment resulting malfunction.	Take countermeasures to conform to applicable EMC standards.	Refer to EMC Test Report No. EMC05612	-	-	-	L
3 to 19	-	-	-	-	H	Malfunction could occur in machine and influence badly to human and property due to insufficient consideration for safety features.	Considered to meet requirements of Machinery and Low Voltage Directives and their applicable standards.	Refer to Safety Test Report No. 2A05001-MD and 2A05001.	-	-	-	L

改造後(AFTER) *国際規格(IEC 60204-1)適用



改造後(AFTER) *国際規格(IEC 60204-1)適用

・スイッチ・押しボタン



・注意ラベル(WARNING)



改造後(AFTER) *国際規格(IEC 60204-1)適用



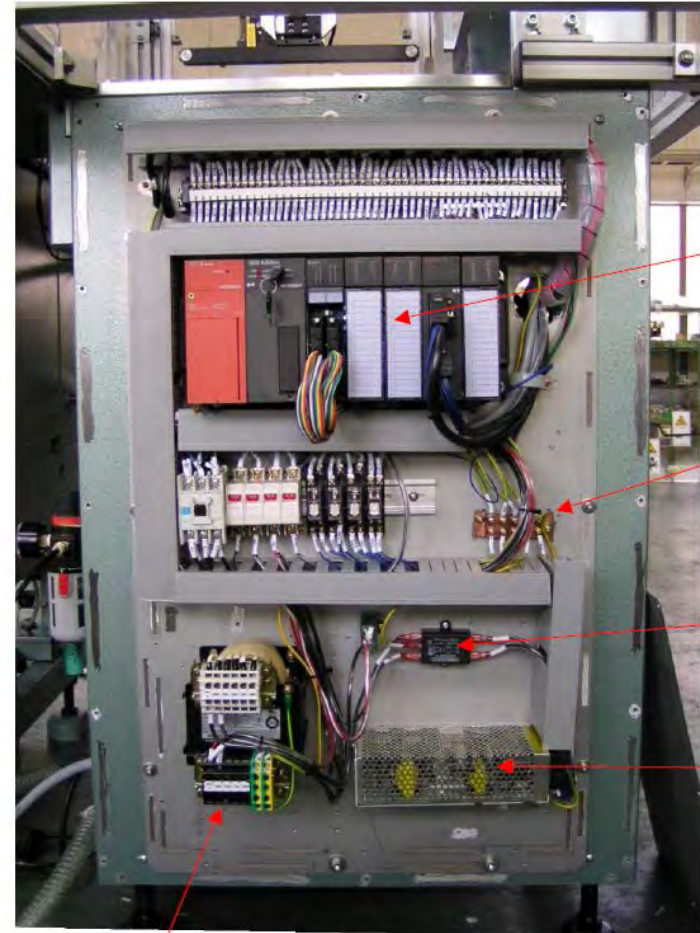
Revolving light (warning)

Page

Door interlock switch and actuator



・インタ-ロック



PLC

PE connection

Noise filter

DC power supply

・配電盤

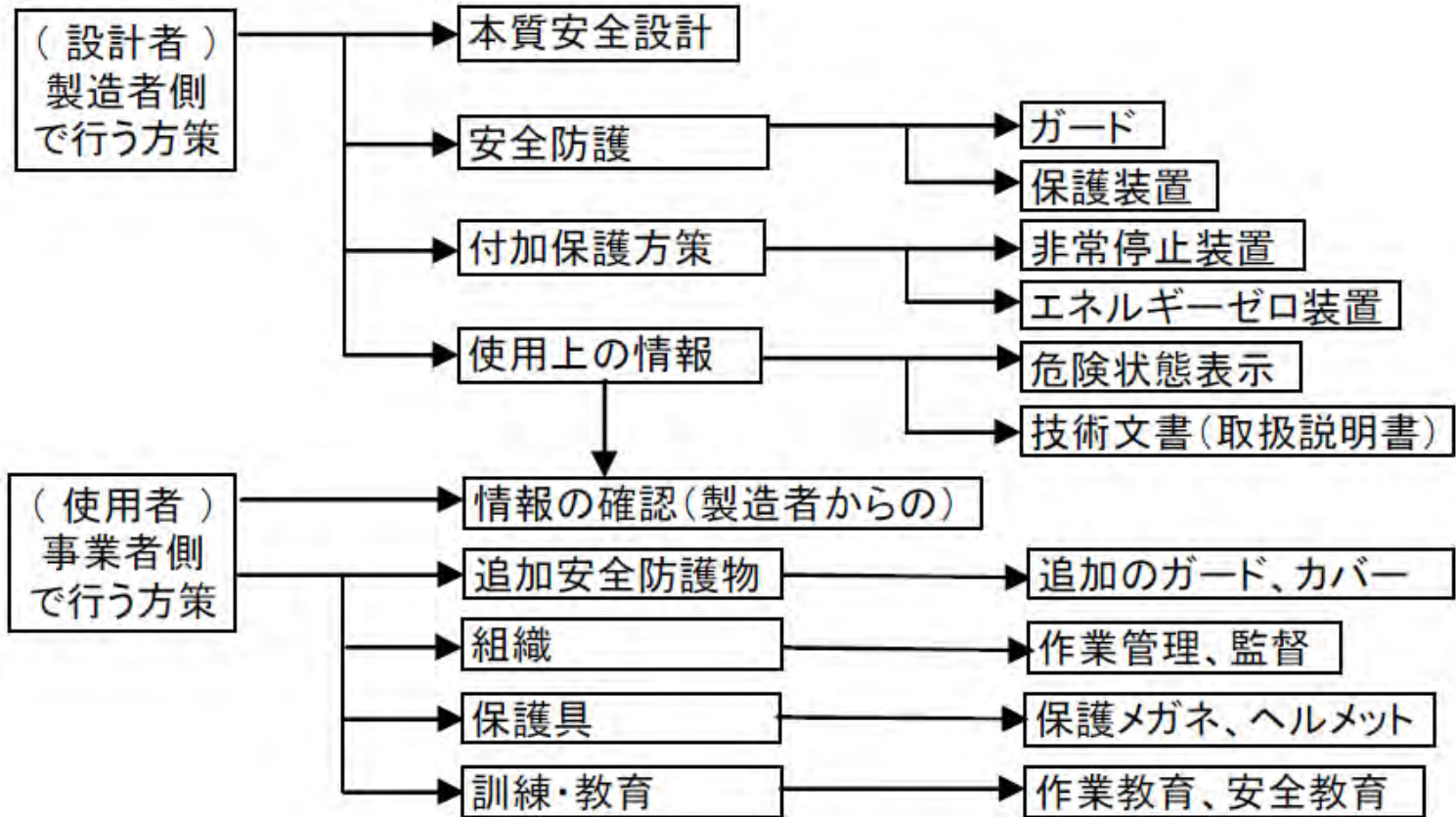
制御の安全

『制御の安全』によってリスクを低減する。

【制御設計の手順】

- ①設計前の必要な条件(環境条件・電源条件・要求事項)を確認する
- ②設備の一般仕様(使用法規・規格、客先基準・標準)を確認する
- ③個別仕様書(設備仕様、制御仕様、システム仕様)を作成し基本設計する
- ④リスクアセスメント(個別仕様書より危険源を同定し評価し査定する)を行う
- ⑤リスクを低減するための保護方策を決定する
- ⑥安全関連部設計のための安全機能を特定する
- ⑦安全カテゴリー(B・1・2・3・4)を選定する
- ⑧詳細設計(通常の制御の設計・安全関連部の設計)する
- ⑨設備製作・据付工事・エネルギー源の繋ぎ込みをする
- ⑩妥当性確認(通常の制御部を含めた安全関連部を検証)する
- ⑪技術文書(据付・操作・保全マニュアル、妥当性確認報告書)を作成する

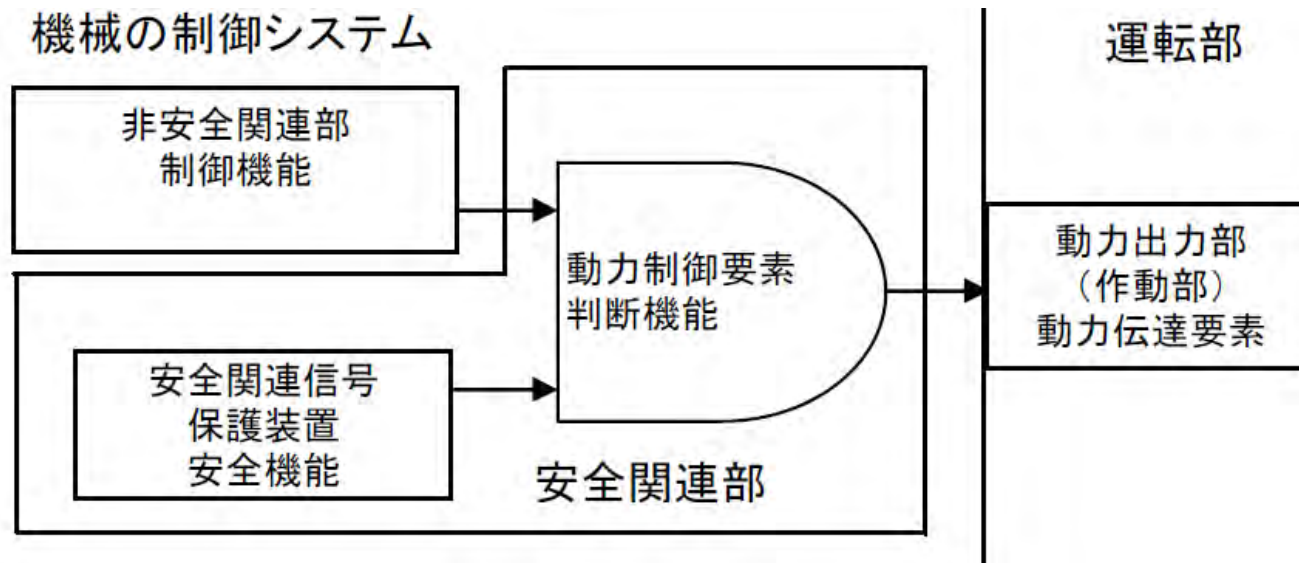
制御システムの保護方策



機械のリスク低減の保護方策 ISO 12100-1 (JIS B 9700-1)

制御システム内の安全関連部の位置付け

非安全関連部の制御機器の始動命令と保護装置の安全確認信号が揃って(論理回路:AND) 動力制御要素の安全リレーまたは安全リレーユニットから運転起動信号が出力されて、動力出力機器が作動する。



- ・非安全関連部: 通常の制御機器(電源部、PLC、入出力機器、信号・表示機器)から構成
- ・安全関連部: 安全機能を持つ保護装置(完全関連信号の発生)と判断機能を持つ動力制御要素(安全リレーユニット、電磁接触器、電磁弁)で構成
- ・運転部: 動力出力機器(モータ、シリンダ)と動力伝達要素(ギヤー、クラッチ、チェーン)と作動部(コンベヤ、リフト、クランプ、ハンド)で構成

安全関連部の安全機能

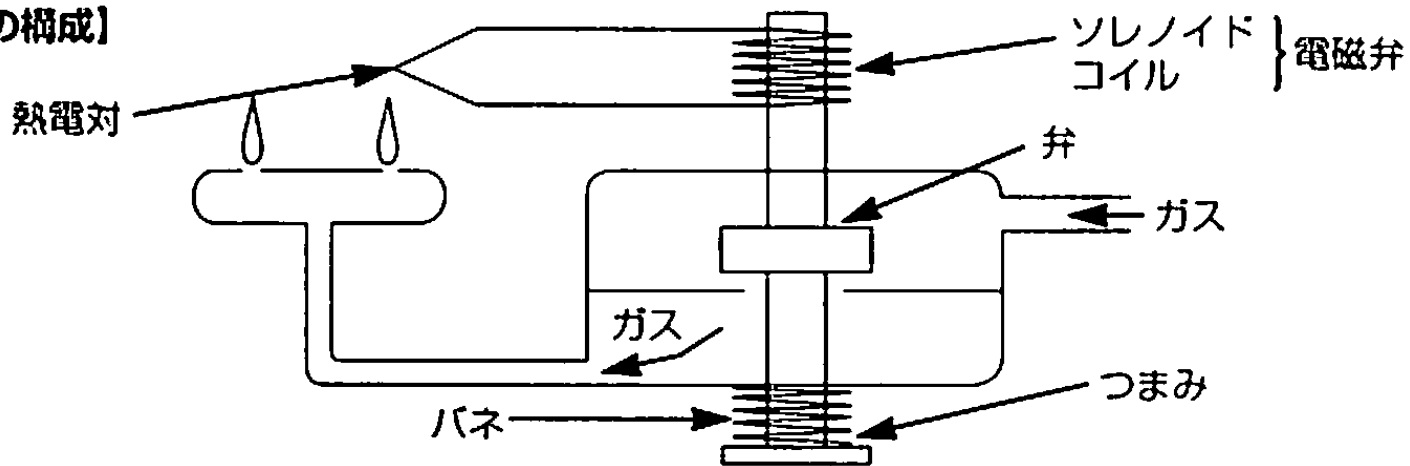
故障が重大リスクに直ちにつながるような機械の機能では、安全関連部に使用する保護装置はいずれかの安全機能を持つこと。

- ①保護装置による停止機能(3つの停止カテゴリーのいずれかに従う)
- ②非常停止機能(必要な制御範囲だけに適応する)
- ③保護装置の手動リセット機能(リセット操作で起動してはならない)
- ④起動および再起動(運転条件が整い、全ての安全関連部が正規の状態にある)
- ⑤応答時間の明示(リスクアセスメントで要求される場合)
- ⑥安全関連パラメータの設定(位置・速度・温度・圧力)等の動作制限やインターロック
- ⑦局部制御機能(ティーチング・ペンダント等の局部制御選択は危険区域外に設置)
- ⑧ミュート機能(ミュート中は他の安全が提供され、表示が必要)
- ⑨安全機能の手動休止(設定・調整・保全・修理等のモード選択による自動運転防止)
- ⑩動力源の変動、喪失および復旧(安全関連部の安全状態を維持する)

インターロック装置

『特定の条件(ガードが閉じていない場合)のもとで危険な機械機能による運転を防ぐことを目的とした機械装置、電気装置、またはその他の装置』

【システムの構成】



点火つまみを押すと点火装置が働く。着火すると熱電対電流により電磁弁が作動して、ガスの供給が継続される。着火しないとガスは供給されない。

安全確認型インターロックの基本システム

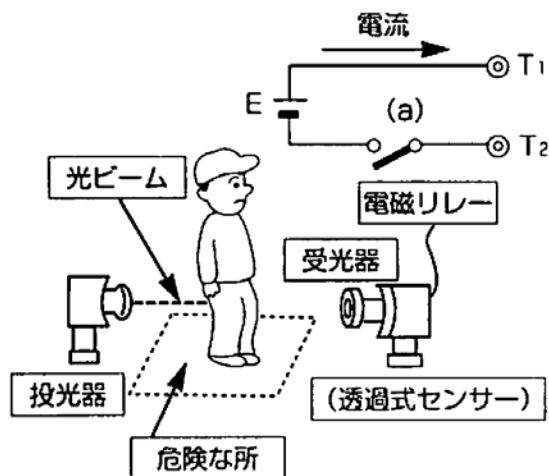
インタロックシステムの形式		運転状態監視型
所要機能	装置の運転異常を発生させない	<ul style="list-style-type: none"> ①装置の運転状態正常監視 ②装置の瞬時停止 ③装置の再起動防止
システム構成	<pre> graph LR A[機械の運転指令] --- AND((AND)) B[安全状態検知] --- AND AND --- C[機械の運転] </pre>	
実施例	家庭用ガスコンロシステム (図 1-3-7)	
特徴	<ul style="list-style-type: none"> ①機械の運転それ自体が正常に行われていることが必要である。機械の運転が正常だという定義は一般的には難しい ②家庭用ガスコンロのガス炎失火監視システムの成功は、安全の定義を、炎の存在に単純化したためである 	

安全確認型と危険検出型の比較

- **安全確認型**: 安全が確認されている間だけ機械装置が起動し、安全を確認できなければ起動しない、あるいは運転中であれば停止する制御構成
- **危険検出型**: 危険検出型とは、危険を検出すれば機械装置は停止するが、危険が検出できなければ危険状態にあっても機械装置は起動し、運転中なら停止しない制御構成

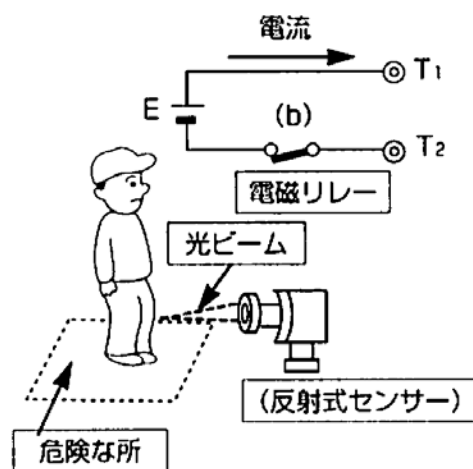
	安全確認型	危険検出型
透過型光電管 (セイフティ・ライト・カーテン) と 拡散反射光電管		
光電管 運転方式	ライトオン (正常時オン) 人が光を遮っていない時、安全確認信号を送る。	ライトオン (異常時オン) 人を検知すると、危険検出信号を送る。

(a) 安全確認型システム



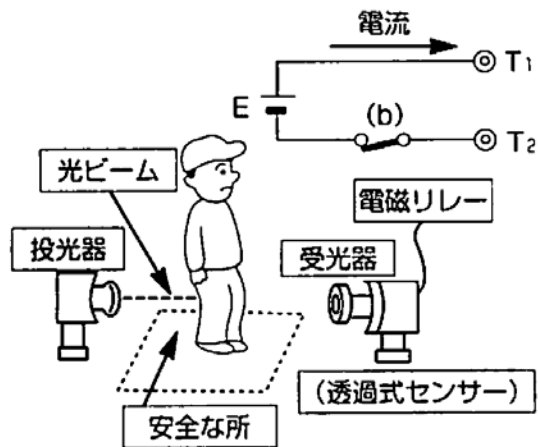
危険な所に人がいないとき、接点(a)がON状態となって、電流が出力される

(b) 危険検出型システム



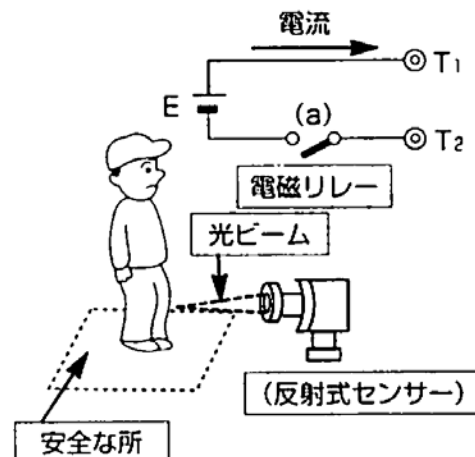
危険な所に人がいるとき、接点(b)がOFF状態となって、電流は出力されない

(c) 危険検出型システム



安全な所に人がいるとき、接点(b)がOFF状態となって、電流は出力されない

(d) 安全確認型システム



安全な所に人がいるとき、接点(a)がON状態となって、電流が出力される

機械装置の運転・停止状態の比較

- **安全確認型**: 不具合(障害)の発生で安全機能を喪失せず、
機械装置を停止状態にして安全を確保
- **危険検出型**: 不具合(障害)の発生で安全機能を喪失し、
人が遮っても機械装置が危険状態で継続運転

	安全確認信号 (出力接点)	機械状態	危険検出信号 (出力接点)	機械状態
投光器・受光器 故障	オフ(接点开)	停止(安全)	オフ(接点开)	運転(危険)
電源線の切断	オフ(接点开)	停止(安全)	オフ(接点开)	運転(危険)
信号線の切断	オフ(接点开)	停止(安全)	オフ(接点开)	運転(危険)
光軸のずれ	オフ(接点开)	停止(安全)	オフ(接点开)	運転(危険)
レンズの汚れ	オフ(接点开)	停止(安全)	オフ(接点开)	運転(危険)
正常運転時 (人を検知)	オフ(接点开)	停止(安全)	オン(接点閉)	停止(安全)

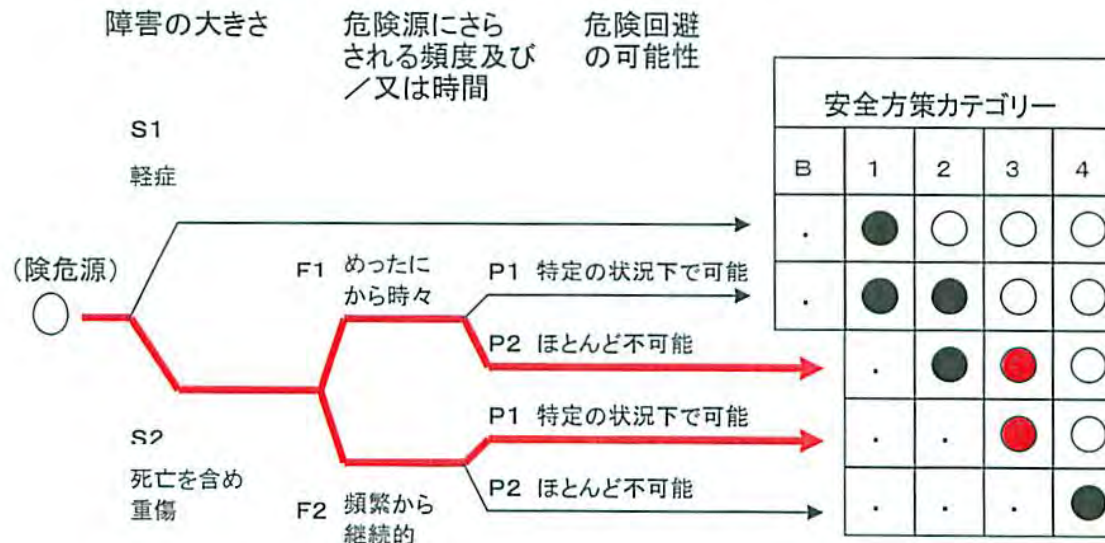
安全カテゴリとその選択

安全カテゴリとは、

安全確保のためのリスク低減が制御機能による場合、制御システムで生じる故障に対する**安全性の達成レベル**

- ・制御システムの安全関連部の設計に要求される事項
- ・不具合(障害)に対する安全機能の維持能力の分類

【安全方策のためのリスクアセスメント: リスクグラフの例】



安全カテゴリの分類 ISO13849-1:1999 (EN 954-1)

■安全カテゴリ(B,1,2,3,4)

機械の制御システム構築される安全関連部の安全機能の要求事項と維持能力

	要求事項の要約	安全機能の維持能力
B	<ul style="list-style-type: none"> 基本安全原則を用いて、制御システム安全関連部の目的機能を実現する 	<ul style="list-style-type: none"> 不具合(障害)発生時、安全機能を失う恐れがある
1	<ul style="list-style-type: none"> カテゴリ-Bの要件を満たす 十分に吟味された高信頼のコンポーネントを使用し、安全の確保は安全原則に従う 	<ul style="list-style-type: none"> 不具合(障害)発生時、安全機能を失う恐れがあるが、発生確立はカテゴリ-Bより低い
2	<ul style="list-style-type: none"> カテゴリ-Bの要件を満たす 安全の確保は安全原則に従う 安全機能は適当な間隔でチェックされる 	<ul style="list-style-type: none"> 安全機能の喪失はチェックにより検出される チェックの間で、不具合の発生が安全機能を失う恐れがある
3	<ul style="list-style-type: none"> カテゴリ-Bの要件を満たす 安全の確保は安全原則に従う 安全関連部の設計要求事項; 単一不具合(障害)で安全機能を失わない 単一不具合(障害)は可能な限り検出される 	<ul style="list-style-type: none"> 単一不具合で安全機能は失われない 全てではないが不具合は検出される 検出されないの不具合の蓄積で安全機能を失う恐れがある
4	<ul style="list-style-type: none"> カテゴリ-Bの要件を満たす 安全の確保は安全原則に従う 安全関連部の設計要求事項; 単一不具合(障害)で安全機能を失わない 単一不具合は安全機能の要求時またはそれ以前に検出される 検出が不可能な場合、不具合の蓄積が安全機能を失わない 	<ul style="list-style-type: none"> 不具合発生時、常に安全機能が失なわれない 不具合は検出され、安全機能が失なわれるのを防止する

ISO 13849-1:2006

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

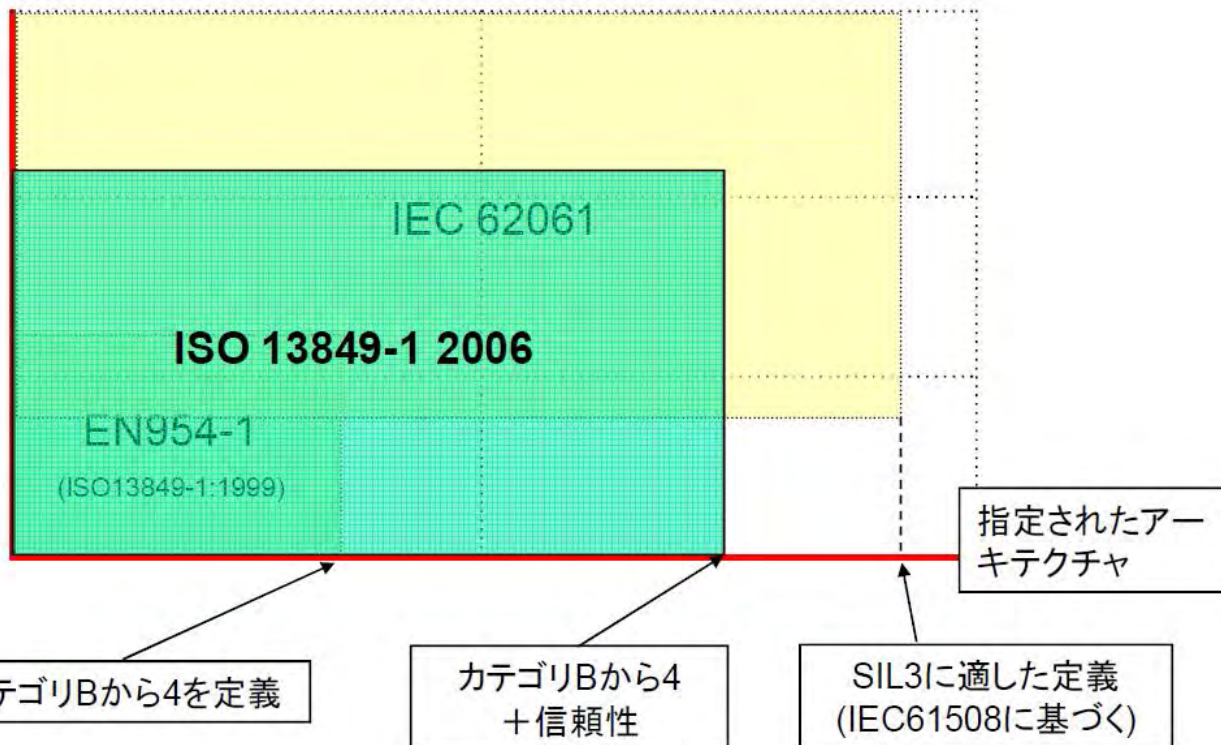
- ・EN 954-1 機械の安全-制御システムの安全関連部
- ・ISO 13849-1 機械類の安全性－制御システムの安全関連部－第1部：設計のための一般原則
- ・IEC 62061 機械類の安全性－安全関連電気・電子・プログラマブル電子制御系の機能安全

安全制御システム
の構成要素

ソフトウェア

電子部品

電気機構部品



カテゴリBから4を定義

カテゴリBから4
+ 信頼性

SIL3に適した定義
(IEC61508に基づく)

指定されたアー
キテクチャ

出典：オムロン(株) *これからの安全設計 ISO 12849-1 *以降の頁も同様に引用

Copyright (c) FSS Corp.

安全制御システムの性能基準

過去(BEFORE)	背景	現在(AFTER)
<p>機械のリスクを低減する方策のなかで安全防護を考えると、リスクの大きさの見積もりとそれに応じた安全制御システムの性能基準は欧州規格 EN 954-1をベースにした国際規格ISO 13849-1:1999の「カテゴリ」で表現するのが一般的でした。</p> <p>※「カテゴリ」とは安全制御システムのアーキテクチャ(構造)であり、これまで培われてきたスイッチやリレーの接点技術に代表されるような電気機構部品による、いわば確定的な技術に立脚したもの。</p>	<p>技術の進歩により、安全制御システムを構成する部品、セーフティコンポーネントにも、トランジスタやコンデンサといった電子部品からマイコン・チップのようなソフトウェア技術に基づいた部品が、制御の核心ともいえる部分に採用</p> <p>確定論的な定義だけでは、時間的に変化する要因、例えば部品の経年変化などによる安全機能の喪失を考慮できないため機械の安全性を機能および信頼性の面から規定しようという流れになる。</p> <p>IEC61508の想定範囲があまりにも広がったため、これを機械の分野に特化した規格であるIEC62061で機械安全の分野を規定したが、複雑な制御系を想定しているためIEC62061が浸透しない原因</p>	<p>「機能安全」の考え方 電気関連の国際規格 IEC 61508は複雑な制御系の安全性をその構成部品レベルでの(安全機能喪失までの)寿命やプログラムを含めた設計的な信頼性までを確率論的に規定</p> <p>機械の分野に特化した規格であるIEC 62061で機械安全の分野を規定(複雑な制御系を想定)</p> <p>改訂版ISO13849-1:2006では、EN954-1のカテゴリのわかりやすさ(=確定論)とIEC62061の信頼性モデル(=確率論)を融和(簡易版の機能安全規格)</p>

グループ安全規格 ISO13849-1

1. リスクアセスメントプロセスにおけるISO13849-1の位置づけ
2. 制御システムの安全関連部とは？
3. パフォーマンスレベル(PL)とは？
4. ISO 13849-1における制御システムの安全関連部(SRP/CS)の設計プロセス
5. パフォーマンスレベルの評価手順
6. ISO 13849-1によるパフォーマンスレベルの計算例
7. ISO/TR 23849によるパフォーマンスレベルの計算例

■関連 URL (IDEC) ※上記の1.~7.の詳細説明

<https://jp.idec.com/RD/safety/law/iso-iec/iso13849>

安全関連用語

(1)基本安全原則

制御システムの安全関連部の設計・製作・選択・編成・組立に関する安全原則で、以下の事項に対する安全性を考慮する。

- ・予想される稼動状態での負荷(遮断容量、及び頻度に対する信頼性)
- ・作業過程に用いられる材料の影響(洗浄機械の洗剤など)
- ・外部からの影響(電磁界、エネルギー供給の中断、又は停止)

(2)十分に吟味された安全原則

- ・特定の障害を回避する(間隔による回路短絡の回避)
- ・障害の発生確率を低減する(余裕のある設計)
- ・障害時の故障の方向を特定する(障害発生時の動力遮断)
- ・障害の早期検出を実施する(地絡検出)
- ・障害の影響を抑制する(機械設備の接地)

(3)十分に吟味されたコンポーネント

- ・過去に広く使われて安全性が確認され、類似の適用事例で安全なコンポーネント(ヒューズ、ブレーカ、電磁接触器など)
- ・安全関連適用例に対して、その適正と信頼性を立証、検証されたコンポーネント(非常停止スイッチ、イネーブルスイッチなど)

安全関連用語

(4)停止カテゴリー(Stop Category)0, 1, 2

①停止カテゴリー0 (Stop Category 0)

機械駆動部への電源供給を即時に直接遮断する停止機能

②停止カテゴリー1(Stop Category 1)

制御回路からの運転停止信号により、機械駆動部の停止機能が働き(例えばブレーキ機能の動作)、その後、電源供給が遮断される停止する機能

③停止カテゴリー2(Stop Category 2)

機械アクチュエータの駆動部に電力が供給されたままの停止機能

(5)非常停止機能(Emergency Stop)*EMS

- 人に対する危険源を又は機械類若しくは工程中のワークの損害を避けるか、又は減少させる。
- 人間の単一の動作によって始動する。

関連規格

(1) ISO / IEC Guide 51:2014

安全側面－安全面を規格に含めるための指針

(2) ISO 12100:2010

機械類の安全性－設計の一般原則－リスクアセスメント及びリスク低減

(3) ISO/TR 14121-2:2012

機械類の安全性－リスクアセスメント－第2部:実践の手引及び方法の例

(4) ISO 13849-1:2006

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

(5) ISO 13849-2:2012

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

(6) ISO 14119:2013

機械類の安全性－ガードと共同するインタロック装置－設計及び選択のための原則

(7) IEC 60204-1:2009

機械の安全性－機械の電気機器－第1部:一般要求事項

(8) NFPA79:2015

産業機械の電気規格