

標準化教育プログラム [機械安全分野]

第1章 国際安全規格

本資料は、経済産業省委託事業である「平成18年度基準認証研究開発事業(標準化に関する研修・教育プログラムの開発)」の成果である。

2007年1月8日
向殿政男
(標準講義時間 90分)

- 1 国際安全規格の体系の理解とそのメリットを知る。
- 2 国際安全規格で規定される保護方策(安全方策)の概要を理解する。
- 3 国際安全規格でいう“安全”の考え方を理解する。
- 4 リスクアセスメントの全体概要とリスクアセスメントを構成する各要素の要点を理解する。

- 1 国際的な安全規格の体系
 - ISO/IECガイド51について
 - 国際規格の三層構造
 - 三層構造のメリット
 - 国際規格の保護方策(安全方策)

- 2 国際安全規格における安全の概念
 - 安全とは
 - リスクとは
 - 危害とは
 - 危険源とは
 - 危害発生のプロセス

3 リスクアセスメント

- －リスクアセスメントとは
- －リスクアセスメントの手順
- －意図する使用と合理的に予見可能な誤使用
- －危険源の同定
- －リスクの見積もり
- －マトリックス法の例
- －リスクグラフの例
- －リスクの評価と許容可能なリスク
- －ALARPの原則
- －リスクアセスメントのメリット
- －“安全”という用語の使用

トピックス

1 国際的な安全規格の体系－ISO/IECガイド51

ISO/IECガイド51:

・名称:安全側面－規格への導入指針

・作成機関:ISO/IEC両機関で共同開発

・発行年:第1版:1990年、第2版:1999年

・規定内容:

－規格の階層構造化

－リスク低減の方法論

－安全はリスクを経由して定義される

－リスクアセスメントの実施要求

章	ISO/IECガイド51目次
1章	適用範囲
2章	引用規格
3章	用語及び定義
4章	“安全”及び“安全な”という用語の使用
5章	安全という概念
6章	許容可能なリスクの達成
7章	規格における安全側面
	参考文献

国際安全規格 5

p.5

◆解説

ISO/IECガイド51の、名称は「Safety aspects – guidelines for their inclusion in standards」であり、対応JISは、JIS Z 8051「安全側面－規格への導入指針」として2004年に発行されている。

適用範囲:

①機械、電気、化学、医療など幅広い分野で、統一的な考え方に基づいて、規格作成を可能にする。

②保護対象:

人、財産、環境、又はこれらの組合せ

③この規格の使用対象者:

主に、規格を作成する人。

◆参考資料

1)ISO/IEC Guide51:1999,Safety aspects – guidelines for their inclusion in standards

2)JIS Z 8051:2004, 安全側面－規格への導入指針

1 国際的な安全規格の体系－国際規格の三層構造①

基本安全規格:

広範囲の製品、プロセス及びサービスに対して適用する一般的な安全側面に関する基本概念、原則及び要求事項を含む規格。

グループ安全規格:

一つ又は複数の委員会が取り扱う幾つかの又は一群の類似の製品、プロセス及びサービスに適用できる安全側面を含む規格。できる限り基本安全規格と関連させることが望ましい。

製品安全規格:

一つの委員会がその業務範囲内で取り扱う特定の又は一群の製品、プロセス若しくはサービスの安全側面を含む規格。できる限り、基本安全規格及びグループ安全規格と関連させることが望ましい。



ISO/IECガイド51に基づく

国際安全規格 6

p.6

◆解説

規格の種類:

基本安全規格は、別名、タイプA規格と呼ばれる。国際機械安全規格の分野では、3件のみ。

グループ安全規格は、別名、タイプB規格と呼ばれる。多数あり。

製品安全規格は、別名、タイプC規格と呼ばれる。多数あり。

規格がカバーする範囲:

基本安全規格>グループ安全規格>製品安全規格の順。

◆参考資料

1)ISO/IEC Guide51:1999,Safety aspects – guidelines for their inclusion in standards

2)JIS Z 8051:2004, 安全側面－規格への導入指針

1 国際的な安全規格の体系－国際規格の三層構造②

規格の種類	ISO規格	IEC規格
基本安全規格 (タイプA規格)	<ul style="list-style-type: none"> ・ISO12100-1、-2 ・ISO14121 	-
グループ安全規格 (タイプB規格)	<ul style="list-style-type: none"> ・ISO13852 ・ISO13850 ・ISO14120 ・ISO14119 ・ISO13849 など 	<ul style="list-style-type: none"> ・IEC60204-1 ・IEC61496-1 ・IEC61310-1 ・IEC62046 ・IEC62061 ・IEC61508 など
製品安全規格 (タイプC規格)	個別分野の規格	個別分野の規格

適用範囲の広さ ↓
 国際安全規格 7

p.7

◆解説

基本安全規格：

ISO12100-1:2003, Safety of machinery – Basic concepts, general principles for design –Part 1:Basic terminology, methodology

ISO12100-2:2003, Safety of machinery – Basic concepts, general principles for design – Part 2 : Technical principles.

ISO14121:1999, Safety of machinery – Principles for risk assessment.

グループ安全規格：

ISO13849-1, Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design

ISO14119, Safety of machinery – Interlocking devices associated with guards – Principles for design and selectionなど

製品安全規格：

ISO10218, Robots for industrial environments – Safety requirements – Part 1: Robotなど多数。特定の製品を対象にした規格。

* 上の規格のうち、IEC62061とIEC61508の2件の規格は、「機能安全」規格であり、ソフトウ

エアによる安全確保策を取り扱う。これらの規格について詳細を知りたい場合は、有益な書籍として、(財)日本規格協会より、「制御システムの安全(向殿政男監修)」が2007年に発行されているので、そちらを参照いただく。

◆参考資料

1)宮崎浩一, 向殿政男, 安全設計の基本概念, (財)日本規格協会, 2007年

1 国際的な安全規格の体系－三層構造のメリット

① 全体の整合性、統一性を持たせることが出来る

② すべての機械の安全を対象に出来る。

③ 新しい機械も対象に出来る

④ 新しい安全技術を取り込むことが出来る

国際安全規格 8

p.8

◆解説

①について

基本安全規格に基づいて、グループ安全規格、製品安全規格は開発される。

②について

基本安全規格は、広範囲の製品を対象とし、特定の製品に特化していない。また、グループ安全規格は、共通に使用される両手操作制御装置、インターロック装置、上肢／下肢の安全距離など横通しの規格であり、共通に使用できる。

③及び④について

個別安全規格がない場合、新しい機械、新しい技術に対しては、**A,B**規格の則って用いればよい。

◆参考資料

1 向殿政男, よくわかるリスクアセスメント—事故未然防止の技術—

1 国際的な安全規格の体系－国際規格の保護方策(安全方策)①

①本質的安全設計方策

- － 構成品間のポジティブな機械的作用原理、人間工学原則、制御システムへの本質的安全設計方策の適用など

②安全防護策および付加保護方策

- － ガード(固定式、可動式等)、保護装置(存在・進入検知装置、イーネブル制御装置など)、非常停止(付加保護方策)など

③使用上の情報

- － 取扱説明書、警告標識、信号

④訓練、保護具、組織体制

- － 安全作業手順、監督、作業許可システムなど



ISO/IECガイド51に基づく

9

p.9

◆解説

本質的安全設計方策とは、「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」

安全防護策とは、「本質的安全設計方策によって合理的に除去できない危険源、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の使用による保護方策」。安全防護物とは、センサやガードのこと。

付加保護方策とは、非常停止、機械などに人が捕捉された場合の救助手段、脱出ルートの設置などを指す。この方策は、支援安全機能と考える。

Ex.「非常停止装置を設けたので、ガードはいらない」と考えてはいけない。

使用上の情報とは、「使用者に情報を伝えるための伝達手段(例えば、文章、語句、標識、信号、記号、図形)を個別に、又は組み合わせて使用する保護方策」。取扱説明書、警告標識、警報信号など。また、気をつけなければならない点は、使用上の情報は、「作成するのみでは、保護方策としての効力はなく、機械オペレータが正しく理解して、規定の手順を実践することによって始めて効力を発揮する」点。

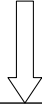
「モジュール2機械安全分野」も参照。

◆参考資料

- 1)JIS Z 8051:2004, 安全側面－規格への導入指針
- 2)向殿政男, よくわかるリスクアセスメント－事故未然防止の技術－

1 国際的な安全規格の体系－国際規格の保護方策(安全方策)②

設計	本質的安全設計
	安全防護策及び付加保護方策
	使用上の情報



使用	追加保護装置
	訓練
	保護具
	組織

優先順位

- ・リスク低減方策の優先順位
- －上位にある方策を省略して、下位の方策を講じてはならない。
- －方策の適用は[リスクアセスメント](#)に基づく。

国際安全規格 10

p.10

◆解説

方策には優先順位がなされており、安全対策は「設計段階で講じる方策」がより、効果的であることを上図は表している。

「設計」における対策は、ハード(機械)の対策であり、「使用」時における対策は、人に頼る対策である。人は間違えるものであり、人が間違っても、安全なように対策を施すことが理想であり、どうしてもハードで対策できない場合に、作業者の訓練などの人による対策を考える。

上図のような優先順位をつけて、ハードと人で安全性を確保する必要がある。

◆参考資料

- 1)JIS Z 8051:2004, 安全側面－規格への導入指針
- 2)向殿政男, よくわかるリスクアセスメント－事故未然防止の技術－

2 国際安全規格における安全の概念－安全とは

・ISO/IEC ガイド51:1999定義

安全(Safety):

受け入れ不可能なリスクから開放されていること

(Freedom from unacceptable risk)



「安全」は、リスクを経由して定義される。



国際安全規格 11

p.11

◆解説

国際安全規格では、「絶対安全」で定義はなされない。安全はリスクを経由して定義される。

「受容できないリスク」がない、又は「許容可能リスク」が達成されることを持って、「安全」と規定している。

「受容できないリスク」がなく、又は「許容可能リスク」の達成は、リスクアセスメントによるリスク低減プロセスの反復的適用により達成することが規定される。リスク低減プロセスは、「リスクアセスメント」と「リスク低減方策(保護方策)」からなる構成される。

安全の尺度は一定にすることはできない。なぜなら、その時代、社会の情勢によって変わるからである。

p.25も参照

◆参考文献

1)宮崎浩一, 向殿政男, 安全設計の基本概念, (財)日本規格協会, 2007年

2)W.Defren, F.Kreutzkamp, Machine safety in the European Community, Schmersal GmbH,2003

2 国際安全規格における安全の概念－リスクとは

・ISO/IECガイド51:1999定義

リスク (risk) :

危害の発生確率及びその危害の程度の組合せ。

$$R = P \cdot S = f(P, S)$$

・リスク関連用語

－リスク分析 (risk analysis) : 利用可能な情報を体系的に用いて危険源を特定し、リスクを見積もること。

－リスクの評価 (risk evaluation) : リスク分析に基づき、許容可能なリスクに到達したかどうかを判定する過程。

－リスクアセスメント (risk assessment) : リスク分析及びリスクの評価からなるすべてのプロセス。

国際安全規格 12

p.12

◆解説

P17参照

2 国際安全規格における安全の概念－危害とは

ISO/IECガイド51:1999定義

危害 (harm):

人の受ける身体的傷害若しくは健康傷害, 又は財産若しくは環境の受ける害。

•人体の受ける物理的傷害:

腕、脚、全身などが受ける傷害(切断、突き刺し、など)

•健康障害:

中毒、呼吸困難、など

•財産若しくは環境の受ける害:

情報, 組織, 社会, など

国際安全規格 13

p.13

◆解説

ガイド51では、「危害」に、財産と環境の受ける害を含んでいるが、ISO12100を頂点とする機械安全規格においては、人の受ける身体的傷害と健康障害のみを取り扱っている。

2 国際安全規格における安全の概念－危険源とは

・**危険源(Hazard)**: 危害を引き起こす潜在的根源。

- ①機械的危険源: 押しつぶし、せん断、切傷又は切断衝撃など
- ②電氣的危険源: 充電部に接触、静電現象など
- ③熱的危険源: 熱源からの放射による火傷、熱傷など
- ④騒音による危険源: 聴力喪失、平衡感覚の喪失、意識の喪失
- ⑤振動による危険源: 神経及び血管障害を起こす手持機械の使用など
- ⑥放射線の危険源: 低周波、赤外線、X線/γ線、レーザなど
- ⑦材料、物質の危険源: 有害な液体、煙、粉塵との接触又は吸入など
- ⑧人間工学の無視による危険源: 不自然な姿勢、精神的過負荷、ストレス、ヒューマンエラーなど
- ⑨すべり、つまづき及び墜落の危険源: 床面及び接近手段の軽視
- ⑩危険源の組合せ: 各種危険源の組合せ
- ⑪機械が使用される環境に関する危険源: 温度、風、雪、落雷などを生じ得る環境条件

国際安全規格 14

p.14

◆解説

上で示される危険源は、ISO12100-1で規定される。より詳細は、ISO14121(リスクアセスメントの原則)を参照する。
なお、“危険源”や“同定”の代わりとして、様々な分野で、いろいろな用語が使用されている。例えば、“ハザードの特定”、“潜在危険の特定”、“危険性の特定”など、様々である。

◆参考資料

1)宮崎浩一, 向殿政男, 安全設計の基本概念, (財)日本規格協会, 2007年

2 危害発生のプロセス

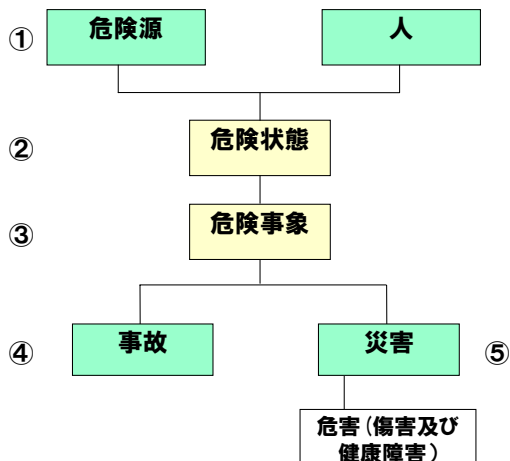
①人及び機械が存在する

②人及び機械が共存する(危険状態)

③危険事象が発生する(hazardous event)

④傷害及び健康障害にいたる場合がある(incident)。

⑤傷害及び健康障害にいたらない場合がある(incident)。



国際安全規格 15

p.15

◆解説

ロボットのティーチング作業のようにロボットと人が共存する状態を考えてみる。

ロボットには、ワークピースを運んだり、溶接したりするためのアームが供えられている。そのアームが人にぶつかれば、ロボットアームの力により、怪我、最悪の場合、死亡する可能性がある。この場合、ロボットアームは、機械的危険源となる。通常の場合、人が怪我をしないようにロボットアームの速度を遅くするなど、ティーチングモード等が備えられており、怪我をする可能性は低くなるが、ソフトウェアの誤りなどで、ロボットが誤作動したりするような事態が発生することがある。この様な場合、運よく、ロボットアームをよけることが出来れば危害にいたることはないが、通常は人間が回避できない速度で動くので、アームに衝突し危害にいたることとなる。この例を、上図に従って危険源、危険状態、危険事象、危害に分類すると次のようになる。

危険源:ロボットのアーム

危険状態:ティーチングのため、ロボットと人が共存している状態

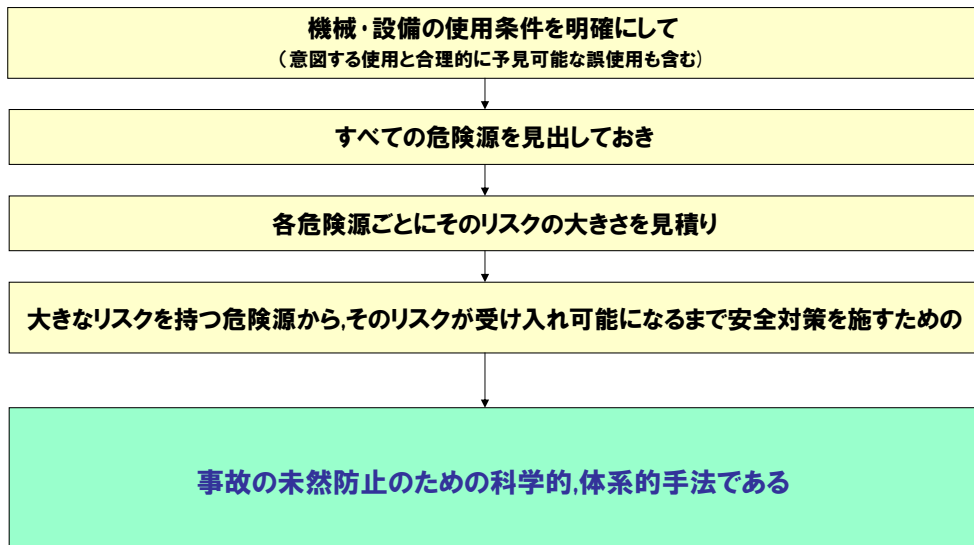
危険事象:ティーチングモードで作業していたにも関わらず、ソフトウェアの誤りでロボットアームが通常運転時の速度で突然動き出す。

危害:ロボットアームに人が衝突し、怪我をする。

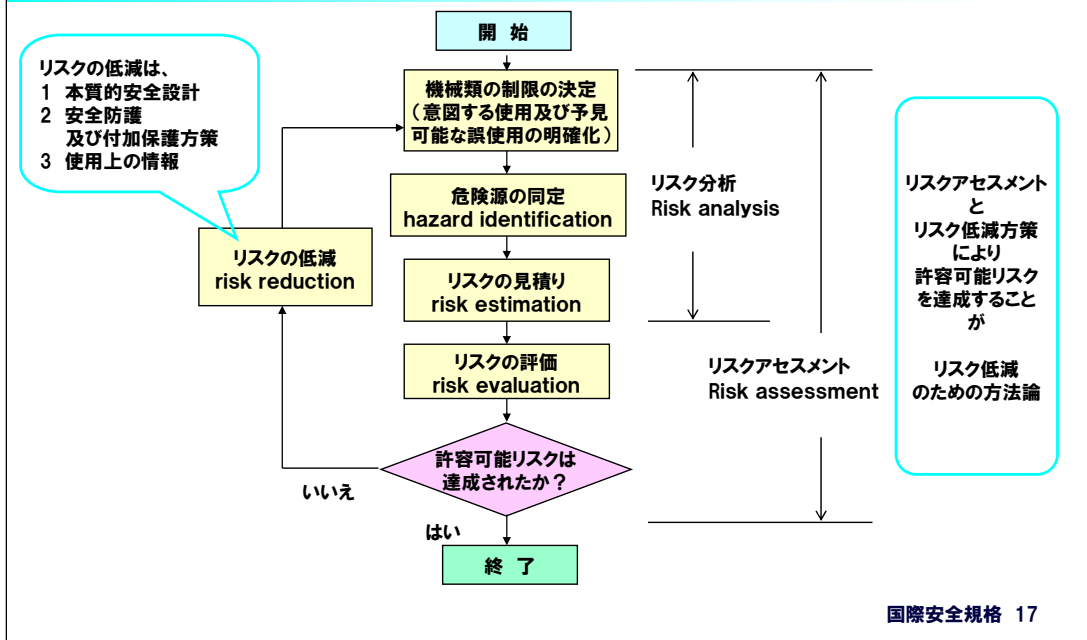
◆参考資料

1)宮崎浩一, 向殿政男, 安全設計の基本概念, (財)日本規格協会, 2007年

3 リスクアセスメントーリスクアセスメントとは



3 リスクアセスメントーリスクアセスメントの手順



p.17

・解説

対象としている製品やプロセスなどの「意図する使用及び合理的に予見可能な誤使用」を限定・明確にし、その限定範囲下で生じる可能性のある危険源を同定する。同定した危険源からどのくらいのリスクがあるかを見積もり、見積もったリスクは、リスクの低減が必要かどうかを最終的に決定(評価)する(許容可能リスク以下であるかどうか決める)。許容可能リスクまでリスクが下がっていない場合は、本質的安全設計方策、安全防護策及び付加保護方策、使用上の情報と呼ばれるリスク低減方策により、許容可能なリスクレベルまでリスクを下げる必要があり、このプロセスは、許容可能リスクが達成するまで繰り返す必要がある。許容可能リスク以下になったからといって、リスクがゼロになったわけではなく、リスクは残っていることを意味する。この残ったリスクは「残留リスク」と呼ばれる。

残留リスクは、使用上の情報により使用者に通知する必要がある。

3 リスクアセスメント－意図する使用と合理的に予見可能な誤使用

機械の“意図する使用”:

使用上の指示事項の中に提供された情報に基づく機械の使用。

合理的に予見可能な誤使用:

設計者が意図していない使用法で、容易に予測できる人間の挙動から生じる機械の使用。

機械安全分野では「機械類の制限」を明確にすること

・機械類の制限:

－使用上の制限:

機械の“意図する使用”、合理的に予見可能な機械の誤使用。

－空間上の制限:

動作範囲、機械の設置及び保全に対する空間上の要求事項、“オペレーター-機械”間及び“機械-動力供給”間のインタフェース

－時間上の制限:

機械及び/又はいくつかの構成部品(例えば、工具、消耗品、電気的構成部品)の予見可能な“寿命上の制限”

p.18

◆解説

意図する使用とは、使用目的と使用条件を明確にすることを意味している。また、合理的に予見可能な誤使用とは、通常であれば、人はこのような誤った使用をするものだと想定しておくことを意味する。

機械安全規格では、「機械類の制限」を決定することが要求され、当該機械の特徴と使用目的を明確にすることを意味する。「機械類の制限」は、「使用上の制限」、「空間上の制限」、「時間上の制限」の三つの制限に分類され、それぞれを明確化することが要求される。“意図する使用”と“合理的に予見可能な誤使用”は、機械安全規格では、「使用上の制限」で明確にすることが規定される。

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”を明確にすること。使用目的と使用条件を明確にすることである。

空間上の制限: 当該機械の可動範囲、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フェース、機械と動力供給の間インターフェイスなどを決定すること。簡単に言えば、機械のレイアウトを決めることである。

時間上の制限: 機械類やそのコンポーネントの寿命限界(工具、劣化部品、電気コンポーネントなど)を考慮することであり、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である。

◆参考資料

1)宮崎浩一, 向殿政男, 安全設計の基本概念, (財)日本規格協会, 2007年

3 リスクアセスメント－危険源の同定①

・危険源とは、危害を生じる可能性のある原因

・可動要素との接触

- －押しつぶし
- －衝撃



・固定部分へ可動要素が接近

- －押しつぶし
- －衝撃



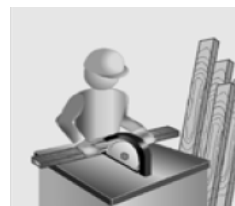
・充電部に触れる

- －感電
- －やけど



・切断部分

- －切断
- －切傷



国際安全規格 19

p.19

◆解説

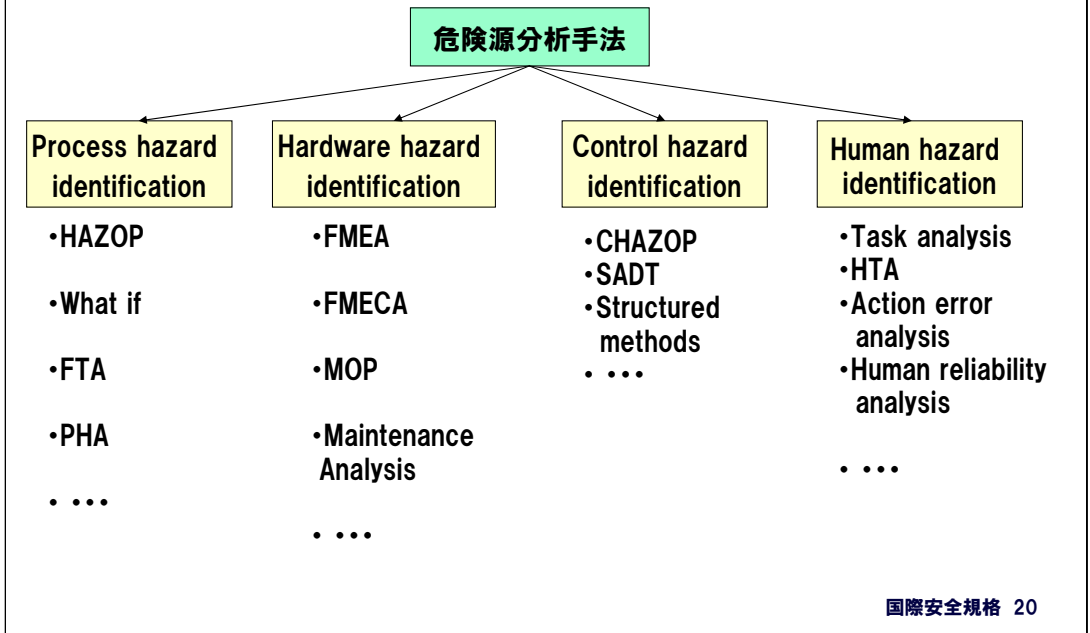
危険源の同定は、リスクアセスメントのステップの中でもっとも重要なステップであることを強調する必要がある。この段階で機械に付随する危険源を見落とすと、それに対する対策を打つことが出来なくなるからである。

危険源の同定は、機械の通常運転中だけでなく、機械の製作、運搬、組立及び設置、検収、使用停止、分解及び安全上問題がある場合には廃棄処分のような機械の寿命上のすべての局面を考慮し、危険源から危害に至るシナリオを想定して、当該機械に付随する全ての危険源、危険状態及び危険事象を同定し、危険源リストを作成することが目的となる。

◆参考資料

1)ISO14121-1, Safety of machinery - Risk assessment - Part1:Principles

3 リスクアセスメント－危険源の同定②



p.20

◆解説

略号の正式名称

- HAZOP(Hazard and operability study)
- FTA(Fault tree analysis)
- PHA(Preliminary hazard analysis)
- FMEA(Failure mode and effect analysis)
- FMECA(Failure modes, effects, and criticality analysis)
- MOP(Maintenance and operability study)
- CHAZOP(Computer hazard and operability study)
- HTA(Hierarchical task analysis)

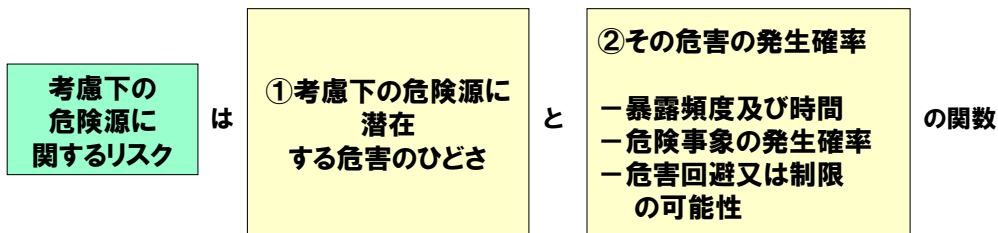
◆参考資料

- 1) J.Gould,M.Glossop,A.Ioannides, REVIEW OF HAZARD IDENTIFICATION TECHNIQUES,HSL/2005/58

3 リスクアセスメントーリスクの見積もり①

・リスク見積り(Risk estimation):

起こり得る危害のひどさとその発生確率を明確にすること。



危険源に潜在する危害のひどさ:
ある危険源が顕在化したときに、人が被る危害の程度(例えば、一人死亡か、複数人の死亡か、腕や手がなくなる、脚が動かなくなる、又はかすり傷程度で済むものかなど)。

危害の発生確率:
危害の起こる頻度(例えば、危害は100年に1回おこるのか、10年に1回起こるのかなど)。

p.21

◆解説

①は、ある危険源が顕在化したときに、人が被る危害の程度を意味している。例えば、一人死亡するのか、複数の人が死亡するのか、あるいは腕や手がなくなってしまうのか、脚が動かなくなるか、またはかすり傷程度で済むものかなどである。

②は、危害の起こる頻度を意味しており、例えば、その危害は100年に1回おこるのか、10年に1回起こるのか、あるいは1年に1回起こるものかなどを意味している。この危害の発生確率を見積もるためには、暴露の頻度、危険事象の発生確率、危害回避又は制限の可能性の3要素を考慮することが必要とされる。

暴露の頻度とは、ある危険な状態に人がさらされる回数と時間のことであり、さらされる回数とは、1時間に1回か、8時間に1回か、10日に1回か、あるいはまったくさらされることはないのかということの意味しており、さらされる時間とは、瞬間的か、数十秒程度、数分程度の比較的短時間か、あるいは数時間、数ヶ月間、数年間など長期にわたるものなのかということの意味している。

危険事象の発生確率とは、故障等により、実際に危害に至る出来事がどのくらいの頻度で起こるのか(危険側故障率)を意味している。

危害の回避の可能性とは、危険事象が発生した際、危害にいたらないように回避できる可能性をいい、危害にあう人が熟練者である場合、過去の経験から瞬間的に機械の異常状態・動作を察知し、回避できる可能性もあるであろうし、また、熟練者でなくても、その人の身体的能力により(敏捷性や反射的動作など)回避できる可能性もある。また、非常停止が有効な場合など危害を回避できる可能性がある。

3 リスクアセスメントーリスクの見積もり②

危害のひどさ及び発生確率並びにその要件

	考慮すべき要件
(1) 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傷害または健康障害のひどさ(軽い, 重い, 死亡), ③危害の範囲(個別機械の場合, 一人, 複数)
	考慮すべき要件
(2) 危害の発生確率	
－危険源にさらされる頻度及び時間	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

3 リスクアセスメント—リスクマトリックスの例

A \ B	1	2	3	4
1	1	1	1	1
2	1	1	2	2
3	1	2	2	3
4	2	2	3	4
5	2	3	4	4
6	3	4	4	4

A 危害のひどさ	B 頻度	C リスクの大きさ
1:無視可能な	1:信じられない	1:無視可能なリスク
2:軽微な	2:起りそうにない	2:許容可能なリスク
3:重大な	3:あまり起らない	3:受け入れられないリスク
4:破局的な	4:ときどき起る	4:まったく受け入れられないリスク
	5:かなり起る	
	6:しばしば	

国際安全規格 23

p.23

◆解説

危害の発生頻度と危害のひどさを定性的に見積もる手法である。それぞれの要素は、4分類する場合、6分類する場合など様々である。

この例では、横軸Aに危害のひどさ、縦軸Bに危害の発生頻度を示している。

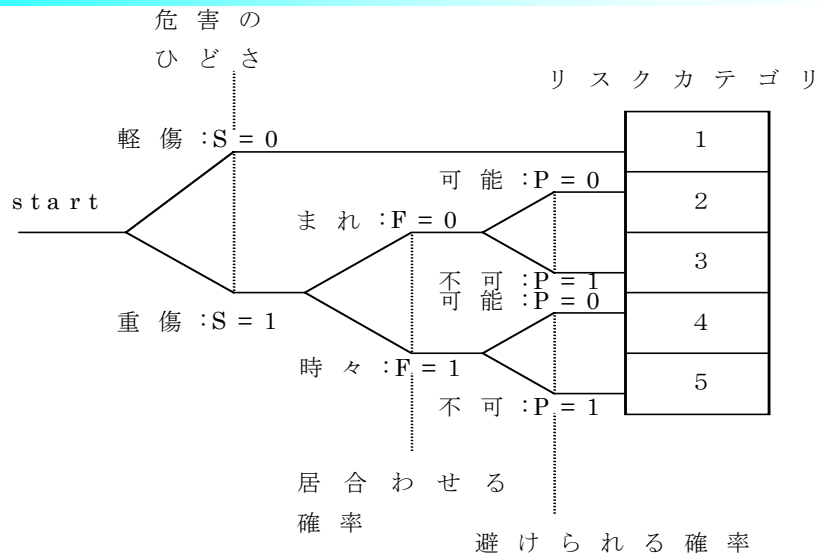
例1:ある機械から生じると想定される危害のひどさAが「4」で、頻度Bが「3」とすると、リスクの大きさCは、「3」受け入れられないリスクとなる。

例2:ある機械から生じると想定される危害のひどさAが「1」で、頻度が「3」とすると、リスクの大きさCは、「1」無視可能なリスクとなる。

◆参考資料

- 1 向殿政男, よくわかるリスクアセスメント—事故未然防止の技術—

3 リスクアセスメント—リスクグラフの例



国際安全規格 24

p.24

◆解説

ツリー形式で示される方法で、想定される危害のひどさ、危険源／危険事象／危険状態にさらされる頻度、回避の可能性などがリスクパラメータとなる。

なお、上図では示されていないが、危険事象の発生確率をパラメータとして含む場合もある。

この方法は、ISO13849-1や厚生労働省の「危険性又は有害性等の調査等に関する指針」等で示されている。

リスクカテゴリは、1から5で数字が大きいほど、リスクが大きいことを示す。

例1:ある危険な事象が発生した場合、人が被ると想定されるひどさが、軽傷「0」とする場合はリスクカテゴリは「1」となる。

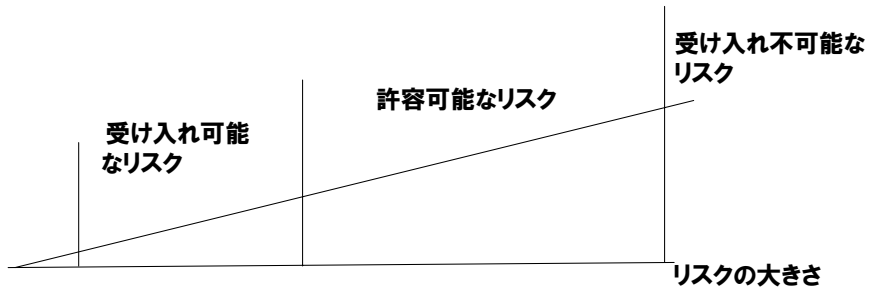
例2:ある危険な事象が発生した場合、人が被ると想定されるひどさが、重傷「1」で、人がその危険な事象に居合わせる確率がまれ「0」、避けることが出来る確率が不可能な場合はリスクカテゴリは「3」となる。

◆参考資料

- 1 向殿政男, よくわかるリスクアセスメント—事故未然防止の技術—

3 リスクアセスメントーリスクの評価と許容可能なリスク

その時代の社会の価値観に基づく所与の状況下で、受け入れられるリスク



受け入れ不可能なリスク = Unacceptable risk

許容可能なリスク = Tolerable risk

受け入れ可能なリスク = Acceptable risk

国際安全規格 25

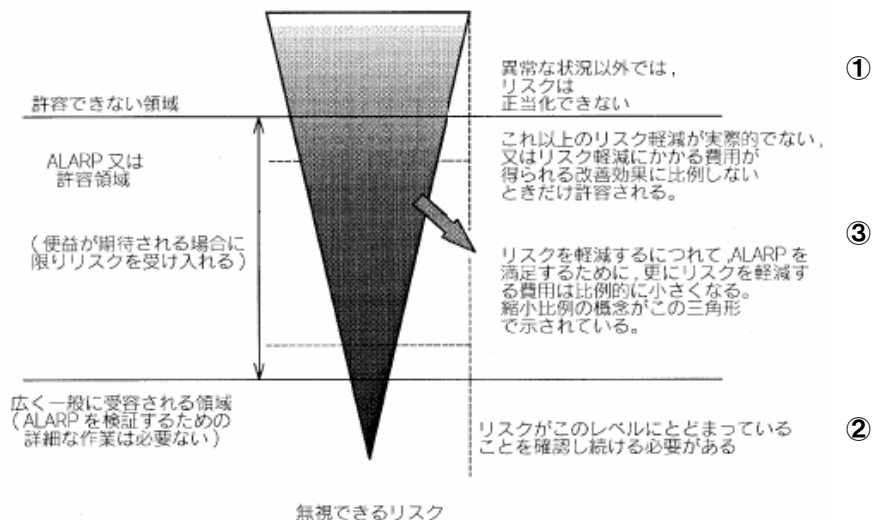
p.25

◆解説

リスクの評価は、リスク見積りの後、許容可能リスクが達成されているかどうか、適切にリスクが低減されているかどうか、判断基準となるリスクレベルに基づいて、決定するために要求される。その評価の結果、許容可能リスクが達成されている、あるいはリスクが適切に低減されていればよいが、リスク低減が必要とされた場合には、適切な保護方策を選定し、リスクアセスメントの手順 (p.17参照) を反復しなければならない。

許容可能なリスクとは、ISO/IECガイド51では、上で示す定義に加え、このリスクを説明するために、「絶対的安全という理念、製品、プロセス又はサービスと使用者の利便性、目的適合性、費用対効果、並びに関連社会の慣習のよように諸要因によって満たされるべき要件とのバランスで決定される」と説明している。つまり、許容可能なリスクは、統一的に、普遍的な一定の基準として決められるものではなく、限りなくリスクがゼロになることを目指し(絶対的安全という理念)、製品などを使用する人の利便性、製品がその本来の使用目的と適合していること、費用対効果、ある社会の文化・慣習など、の様々な要因によって決定されるものとしている。

3 リスクアセスメント－ALARPの原則



国際安全規格 26

p.26

◆解説

上図は、IEC61508-4で記載されている図である。説明は、右の説明で実施する。

- ①許容不可能なリスク(Intolerable risk)領域:リスクが非常に大きく全面的に拒絶されるリスク領域。
 - ②受け入れ可能なリスク(Acceptable risk)領域:リスクが非常に小さいか、小さくされたので問題とされないリスク領域
 - ③許容可能なリスク(Tolerable risk)領域:リスクが実行可能なレベルまで低減されているリスク領域。このリスクを受け入れことによる利益が使用者にあり、リスクをさらに低減するには費用が必要であることを示す。
- ③で示されるリスク領域は、ALARP(As low as practicable)領域と呼ばれ、この領域では、費用便益分析により、合理的に実行可能なレベルまでリスクを低減する必要がある。

なお、上図の許容可能なリスク領域の上方のレベルは、リスクの低減が不可能か、リスク改善の費用が、改善効果に対して全くつりあっていないときのみ、許されるレベルで、下方のレベルは、リスク低減の費用が得られる改善効果に比例しない場合のみ許されるレベルである。

*ALARP領域については、上の“説明”がなされるのみで、ALARP領域でいう安全はリスクをどのレベルまで低減すればよいか定義がなされていない。

◆参考資料

- 1)JIS C 0508-5:1999, 電気・電子・プログラマブル電子安全関連系の機能安全
－第5部:安全度水準決定方法の事例

3 リスクアセスメントーリスクアセスメントのメリット

労働災害の減少	合理的な安全対策の優先順位の決定
安全の度合いの深化(これまで事故がなかったから安全→前もって手が打ってあるから安全)	合理的な費用対効果の安全対策の実施
設備・装置に対する技術的対応の優先が明確になる	リスクに基づき他のシステムとの危険性の相対的比較が可能
職場全員による安全確保への参加と安全の認識の共有化	リスクコミュニケーションと安全文化の促進
残留リスクへの対応とその根拠が明確になる

トピックス－“安全”という用語の使用

この資料において、“保護装置”や“保護方策”という言葉が使用されている。

これらの用語は、聞きなれないと感じる人あるいは全く聞いたことがない人もいるかと思うが、従来“安全装置”や“安全方策”といわれていたものである。

では、なぜ“安全装置”や“安全方策”ではなく、“保護装置”や“保護方策”というようになったのであろうか？

理由は、簡単にISO/IECガイド51の誕生がその答えである。

このガイド51の第4章に「“安全”及び“安全”なという用語の使用」という規定があるが、この中で次のような記述がある。

「“安全”及び形容詞としての“安全な”という用語は、言外に有益ないかなる情報をも意味するわけではないので、使用を避けることが望ましい。これらの用語は、リスクがないことを保証していると誤解されやすいためである。」とある。

ISO/IECガイド51の誕生以降、国際安全規格においても、わが国の国家規格であるJISにおいても、安易に“安全”という用語を使用しなくなってきており、“安全”及び“安全な”という用語を使用する場合、その製品やものが果たす役割を示す表現に置き換えるようになっている。

- 1 国際安全規格は、階層構造化された規格体系で構成される。
- 2 保護方策は、3分類され優先順位付けがなされている。
- 3 “安全”の考え方は、リスクを経由して定義される。絶対安全は存在しない。
- 4 リスクアセスメントの実施は、必須である。

- ・ 国際安全規格における「安全」とは、どのような性格のものか、その特徴を記述せよ。また、「安全」を達成するためにある方法論が規定されている。その方法論の概要を説明せよ。

p.30

◆解答例

A. 国際安全規格における「安全」とは、絶対安全を意味するものではなく、「リスク」という数量的概念を用いて、それが受け入れ可能な状態まで抑えられている状態を「安全」としている。

この「安全」を達成するために、国際安全規格では、「リスクアセスメント」と「リスク低減方策」と呼ばれる二つの方策を用いて受け入れ可能なリスク、あるいは許容可能リスクを達成することが要求されている。

「リスクアセスメント」とは、当該製品等の“意図する使用”、合理的予見可能な誤使用“を明確にし、危険源を同定し、その危険源から派生するリスクがどのくらい大きいを見積もり、そのリスクが受け入れ可能リスク、許容可能リスクかどうかを判定する作業である。

「リスク低減方策」とは、受け入れ可能リスク、許容可能リスクを達成するための方策であり、本質的安全設計方策、安全防護策及び付加保護方策、使用上の情報の3方策からなる。この方策は優先順位付けがなされており、本質的安全設計方策を省略して、安全防護策や使用上の情報を講じたり、することは許されない。

なお、本質的安全設計方策、安全防護策及び付加保護方策、使用上の情報の概要は次となる。

本質的安全設計方策: 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り、危険源を取り除くか又は危険源に関連するリスクを低減する保護方策。

安全防護策: ガード又は保護装置(付加保護方策は、非常停止など)

使用上の情報 : 信号及び警報装置、表示／標識(絵文字)／警告文、付属文書(特に、取扱説明書)

- 「安全」を達成するためには、その尺度が必要とされるが、この尺度はどのように考えられるのか考察せよ。

- 1 ISO/IEC Guide51:1999,Safety aspects – Guidelines for their inclusion in standards
- 2 JIS Z 8051:2004, 安全側面－規格への導入指針
- 3 ISO12100-1:2003, Safety of machinery – Basic concepts, general principles for design – Part 1:Basic terminology, methodology
- 4 宮崎浩一, 向殿政男, 安全設計の基本概念, (財)日本規格協会, 2007年
- 5 向殿政男, よくわかるリスクアセスメント－事故未然防止の技術－
- 6 W.Defren, F.Kreutzkamp, Machine safety in the European Community, Schmersal GmbH,2003
- 7 ISO14121-1, Safety of machinery – Risk assessment – Part1:Principles
- 8 J.Gould,M.Glossop,A.Ioannides, REVIEW OF HAZARD IDENTIFICATION TECHNIQUES,HSL/2005/58
- 9 JIS C 0508-5:1999, 電気・電子・プログラマブル電子安全関連系の機能安全－第5部:安全度水準決定方法の事例