

*P*roduct *S*afety

消費生活用製品向け
リスクアセスメントのハンドブック

経済産業省

【第一版】

*R*isk *A*ssessment

目次

1. はじめに.....	1
2. 本ハンドブックの使い方.....	2
3. リスクアセスメントの意義.....	5
3.1 経営者の視点から見たリスクアセスメントの意義.....	5
3.2 設計の視点から見たリスクアセスメントの意義.....	6
4. リスクアセスメント.....	8
4.1 リスクアセスメントの基本プロセス.....	8
4.2 製品開発プロセスにおけるリスクアセスメントの要点.....	19
4.3 既存製品改良による製品開発に伴うリスクアセスメントの要点.....	21
5. リスクアセスメントに使用する手法とデータ.....	24
5.1 リスクアセスメントに使用する手法.....	24
5.2 リスクアセスメントに使用するデータ.....	34
6. リスクアセスメント事例.....	52
6.1 製造事業者におけるリスクアセスメント事例.....	52
6.2 過去の事故事例に対するリスクアセスメント視点による検討.....	69
7. 用語の定義.....	72
8. 参考文献.....	74
9. おわりに.....	76

参考1 製品開発とリスクアセスメント

参考2 リスク対応の考え方

参考3 設計の制約条件により影響を受ける特性

参考4 R-Map による事故分析事例

委員名簿

図表目次

図 2-1 製品ライフサイクル	3
図 2-2 設計とリスクアセスメント	4
図 2-3 本ハンドブックの構成	4
図 4-1 リスクアセスメント及びリスク低減の反復プロセス	9
図 4-2 危険源から危害の発生に至るまでのプロセス	11
図 4-3 リスク評価の基本的考え方	14
図 4-4 リスクアセスメントに基づいたリスク低減対策の手順	17
図 4-5 スリーステップメソッドによるリスクの低減	18
図 5-1 天井カセット型エアコン系統図	25
図 5-2 エアコンシステムの信頼性ブロック図	25
図 5-3 頂上事象から基本事象までの FT 図の例	27
図 5-4 FTA 手法の実践ポイント	28
図 5-5 リスクマトリックスの例	31
図 5-6 リスクグラフによるリスクの見積・評価例	32
図 5-7 リスクグラフ用リスクパラメータ	33
図 6-1 PSPTA によるリスクアセスメント例	55
表 5-1 標準 FMEA ワークシート	25
表 5-2 エアコン設計用 FMEA	26
表 5-3 FT 図でよく使用される事象記号と論理記号	27
表 5-4 リスクパラメータの意味	32
表 5-5 リスクパラメータの意味	34
表 5-6 危険源	47
表 5-7 危険源 基準値 大きさ・形状等	48
表 6-1 危害の重大性	56
表 6-2 標準的なエラー率・不良率の例	56

1. はじめに

従来のモノづくりにおける基本的な考え方は、「機能性」、「信頼性」、「耐久性」などモノ自体の持つ「品質」を追求するものでした。近年では、この視点に加え製品を使用するユーザを中心に捉えて設計し、ユーザがそれを使用するときを感じる品質、すなわち「利用品質」がモノづくりにおいて重視される時代になってきています。これからの消費生活製品は、最低限の法規制を遵守するだけでなく、使用者の視点に立ったリスクアセスメントを活用し、より安全性を高めた製品を市場に供給していくことが期待されています。製品販売後における万一の製品事故発生時のリコール判断の根拠としても、リスクアセスメントの考え方を取り入れることが有効です。

また、経済のグローバル化は、さらに進展し一つの部品の不具合による製品事故のニュースが、世界中で大きな話題となる、莫大な経済的損失につながるということが起きてきています。

このような時代では、製品事故の未然防止の考え方がより重要になってきており、製品の安全に対する取組をライフサイクルを考慮した設計段階から、促進していく必要があります。

製品設計では、その製品や類似の機能・構造の製品で発生した事故や危害等を参考に対応を考えるという従来の手法に加え、その製品に固有の潜在的なリスクおよび使われ方によるリスクを想定したリスクアセスメントの実践が求められています。

本ハンドブックは、消費生活用製品を対象として、できるだけ安全性の確保された製品を設計開発し、市場へ供給していくために、大企業から中小企業まで広く参考になるリスクアセスメントの考え方と実践方法の基本を紹介することを目的としています。

2. 本ハンドブックの使い方

本ハンドブックの目的

本ハンドブックは、消費生活用製品の開発において重要な要件である安全に関するリスクを把握・評価するリスクアセスメントの標準的な進め方についてまとめたものです。

本ハンドブックにおいて対象とするリスク

本ハンドブックでアセスメントの対象とするリスクは、主として、製品の使用段階等における製品安全に関するリスクです。したがって、本ガイドで解説するリスクアセスメントは、主として、製品のユーザ・消費者の生命、身体等に危害を与える可能性のあるリスクを対象とします。

本ハンドブックをご利用いただきたい方

製品開発にたずさわる方

本ハンドブックでは、リスクアセスメントの標準プロセスをご理解いただくことに主眼をおいています。しかし、この手法を、製品開発に活かして頂くためには、製品開発における安全に関するリスクアセスメントの位置づけの理解や、個々の手法、判断に使用するデータ等の知識も必要です。これらの関係は、この章に後述してありますのでお読みください。

製品を開発する企業の経営者等

製品の安全確保は、設計者等の現場の力だけでは実現できません。製品安全の確保には、企業の経営理念や価値観が大きな影響をもたらします。または、製品開発や販売に関わる多くの皆さんが、製品安全に関する社会の要求の変化や技術の動向に関心を持つことは、大切なことです。

本ハンドブックが前提とする製品開発プロセスとリスクアセスメントの関係

製品のライフサイクルには、図 2-1 に示すような多くのプロセスがあります。本ハンドブックは、この中で、企画から設計までの製品開発プロセスにおいて、安全

に関するリスクを検討するためのハンドブックです。

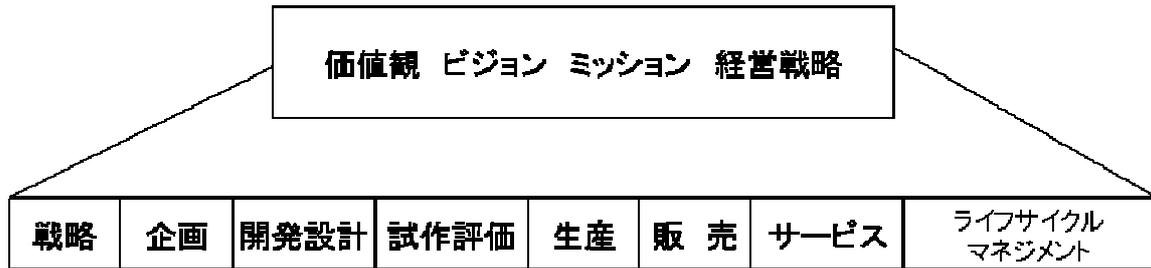


図 2-1 製品

ライフサイクル

本ハンドブックが対象としている製品設計のプロセスも、要件整理から詳細設計までの様々なプロセスがありますが、そのプロセスは、対象製品や企業によって様々です。本ハンドブックでは、以下の3つのフェーズに分けて、リスクアセスメントとの関係を参考1に記述しました。

- 製品の要件整理
- 概念設計
- 詳細設計

また、製品開発では、既存の基本設計を一部変更して新たな製品開発を進めていく機会が多いので、応用設計を行う場合のリスクアセスメントの要点もとりまとめました。(4.3 参照)

リスクアセスメント結果の設計プロセスへの反映について

また、設計においては、本ガイドブックが分析対象としている安全の要件以外にも、機能、コスト等の検討要件があります。設計では、これらの各種要件を総合的に勘案しながら進めていくことになります。

本ハンドブックは、これらの手順のうち、安全に関するリスクの見積もりを行い、開発設計等にその成果を反映することを支援するためのものです。

このリスクアセスメントの結果の設計への反映の仕方も、対象製品や企業によって異なりますので、参考1に、その基本的考え方を記述しました。

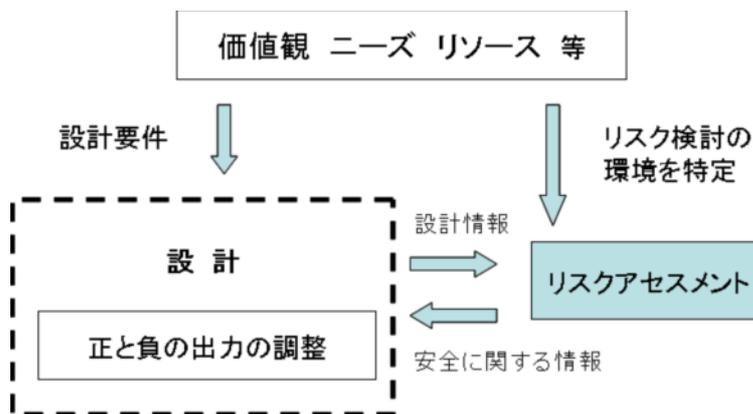


図 2-2 設計とリスクアセスメント

本ハンドブックの構成

本ハンドブックは、リスクアセスメントについて、説明を行ったものです。

まず、3 章では、リスクアセスメントを導入する意義を説明しています。これまでも、設計する際に安全に関する様々な検討が行われてきました。何故、リスクアセスメントの導入が必要であるかを簡潔に記述しています。

4 章は、リスクアセスメントの標準プロセスの説明を行っています。リスクアセスメントは、分析対象や企業によって、具体的な方法は異なってきます。この章では、リスクアセスメントの標準的な進め方や各ステップの要点を示しています。

5 章は、リスクアセスメントを実際に活用する際に有用だと考えられる手法やデータを示しています。5 章と一緒にご活用ください。

6 章は、リスクアセスメント事例を記述しています。リスクアセスメントを活用することによって、どのような成果が得られるかを、事例により理解してください。

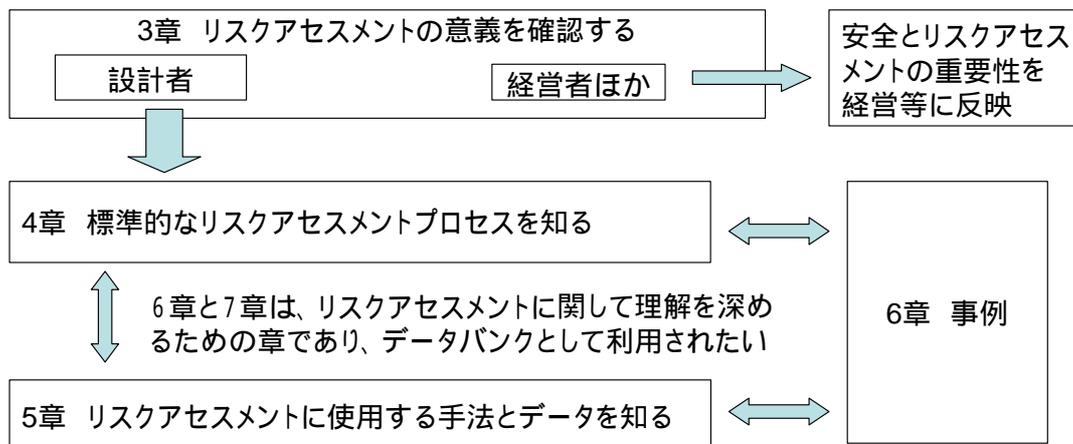


図 2-3 本ハンドブックの構成

3. リスクアセスメントの意義

3.1 経営者の視点から見たリスクアセスメントの意義

安全活動は競争力を高める

製品等が原因とされる事故が多数発生する中で、安全・安心に対する企業の姿勢が、これまで以上に問われる時代が到来してきています。経営者は安全に関する企業としての理念や方針を社内外に明らかにし、従業員全員やその他のステークホルダーに働きかけ、理解を深め、安全性の高い製品開発を社会に約束しなければなりません。それは経営者にとっての、重い責任です。安全は製品開発現場の問題であると同時に、経営者の問題でもあります[1]。

製品の品質や安全上の問題が発覚すると、社会や消費者に大きな被害をもたらすことになると同時に、企業経営にも大きな影響をもたらします。売上げの低下や事故・リコール対策のための費用等直接的な影響のみならず、ブランド、信用力の低下等トータルの企業競争力の低下を引き起こします。つまり、安全性の確保や向上は、競争力の維持、向上に必要不可欠なのです。

また、リスクアセスメントの実践により安全への取り組みの見える化を図ることができます。それにより、安全性の高い製品をアピールすることが可能になり、より安全性の高い製品として、顧客に選ばれる商品としての魅力に繋がると考えられます。

安全に関わる経営の手段

安全に関わる経営とは、安全のために組織の人々の協働を促し、率い、そして全体の舵取りをすることです。経営からの働きかけを実行するには何らかの経営の手段がなくてはなりません。第1の手段が理念であるとすれば、第2の手段は戦略です。第3の手段は経営システムです。経営システムの1つとして品質マネジメントシステムがあり、その中の組織的に問題を解決するプロセスとしてリスクアセスメントを位置づけることができます。そうすることによって、当該プロセスの活動を担う組織・部門へ評価結果をフィードバックして、不足している人材、設備、方法論、技術・基準類、評価指標等の経営資源を整えていくことが、製品の安全と安心を作り込むために重要です。

経営者と現場をつなぐ仕組み

リスクアセスメントの機能を含む品質マネジメントシステムを活用すれば、安全について経営者が社内の人々に働きかけるのに具体的で有効なツールとなります。このような経営ツールを持たなければ、現場と経営者のコミュニケーションはうまくいかず、安全対策投資の優先度の決定などを全社的な観点から検討することは難しくなります。リスクアセスメントの機能を含む品質マネジメントシステムを構築することによって、経営者と現場をつなぐ絆ができあがって安全を本物の競争力に直結させる経営が可能になります。

3.2 設計の視点から見たリスクアセスメントの意義

なぜ安全設計が必要なのか

消費生活用製品について、日本の法令で、安全に関する技術基準が定められている製品の種類は限られています。対象外の製品については安全に関する強制規定はありませんが、製造事業者は、独自の設計基準や過去の実績に基づいた自主的な安全配慮を行う必要があります。また、法律対象製品であっても、技術基準さえ満たしていれば、製品の安全リスクがないのかと言えば、そうではありません。

法令で定められた技術基準を遵守することは当然として、参照できる任意の規格等を活用しながら、製造事業者自らが判断し、社会的要請に応えられる安全性基準(あるいはリスク基準)を定めて、その時点の最善の技術的实践を通して安全性向上を図ることが必要となっています。

国際的にも我が国においても、これまで以上に製品の安全性が、社会的要求として求められる時代になってきています。最近のメディアが、今までよりも積極的に製品の安全性に関連するニュース取り上げる傾向も、社会的関心の高まりの表れと思われず。社会的要求に応えられない企業は、市場の信頼を失うこととなります。別の見方をすれば、安全性が高いということが、今までになく製品のアピールポイントとなる時代になってきていると考えられます。

リスクアセスメントの実践を伴う安全設計とは何か、何故必要か？

国際市場で求められる安全性確保の考え方では、設計時点において、予見される誤使用に対しても事前に安全対策を実施することが必要になってきています。

製品事故の要因としては、製品のみならず、使用者、使用環境、保守管理の状況等が関係します。これらの要因のうち、従前の製品信頼性の確保の考え方は、製品自体と通常の想定しうる使用環境における対策が中心でした。使用者に関する誤使用等ヒューマン・ファクターや安全のための保守管理面の適切性に関しては、十分に製品側で検証されていませんでした。したがって、従来の信頼性確保の考え方による安全設計だけでは、十分であるとは言えなくなっています。安全性を確保するには、製品固有の潜在的なリスクと使われ方リスクを事前に具体的に想定し、リスク低減の対策を検討し、その結果を設計に反映していくという、設計の中でリスクアセスメントを実践する必要性が生じてきたのです。

このようなリスクを想定した安全設計は、リスクの重み付けに応じた安全対策を実施することができるため、必ずしも安全対策に過度のコスト負担を強いるものでなく、むしろ安全性とコストのバランスを適正化することもできると考えられます。

4. リスクアセスメント

4.1 リスクアセスメントの基本プロセス

4.1.1 リスクアセスメントの実施のポイント

リスクアセスメントとは何か、またどのように実施するか

リスクアセスメントとは、製品を企画・設計する段階でそれらが製品として使用される状況を想定することで発生が予想される危険源や危険な状態を特定し、その影響の重大さを評価し、それに応じた対策を事前に設計に盛り込むことで、製品の安全性を高めるものであり、ポイントは、以下の5つです。

- (1) 使用条件及び合理的に予見可能な誤使用の明確化
- (2) 危険源・危険状態の特定
- (3) リスクの見積
- (4) リスクの評価
- (5) リスクの低減

このポイントから、リスクアセスメントの標準的な実施手順¹を、図 4-1 に示します。

このリスクアセスメントの実施手順は、いわばリスクアセスメントの基本定理の一つです。基本定理であるために、製品開発のどのフェーズにも、この考え方を適用することができるはずです。

実際の業務がこの実施手順に従っている必要はありませんが、この基本定理に従って進めることにより、設計者にとって様々な使用のされ方をする製品の危険性に関して、比較的容易に認識することができるようになります。また、製品安全を確保する考え方に関する共通の基本定理として、製品や事業者が異なっても、製品安全に関する情報を共有したり交換したりすることが、よりやりやすくなると考えられます。

もう一つのメリットとしては、法令で定められた技術基準や任意の規格を守るだ

¹ ISO/IEC /IEC GUIDE 51:1999 Safety aspects - Guidelines for their inclusion in standards
安全面 規格に安全に関する面を導入するためのガイドライン (JIS Z 8051:2004)

けではなく、技術基準や規格の前提条件以外の使用条件に対しても対応可能となり、リスク対策の積み残しをチェックし、製品の差別化に利用可能なことです。

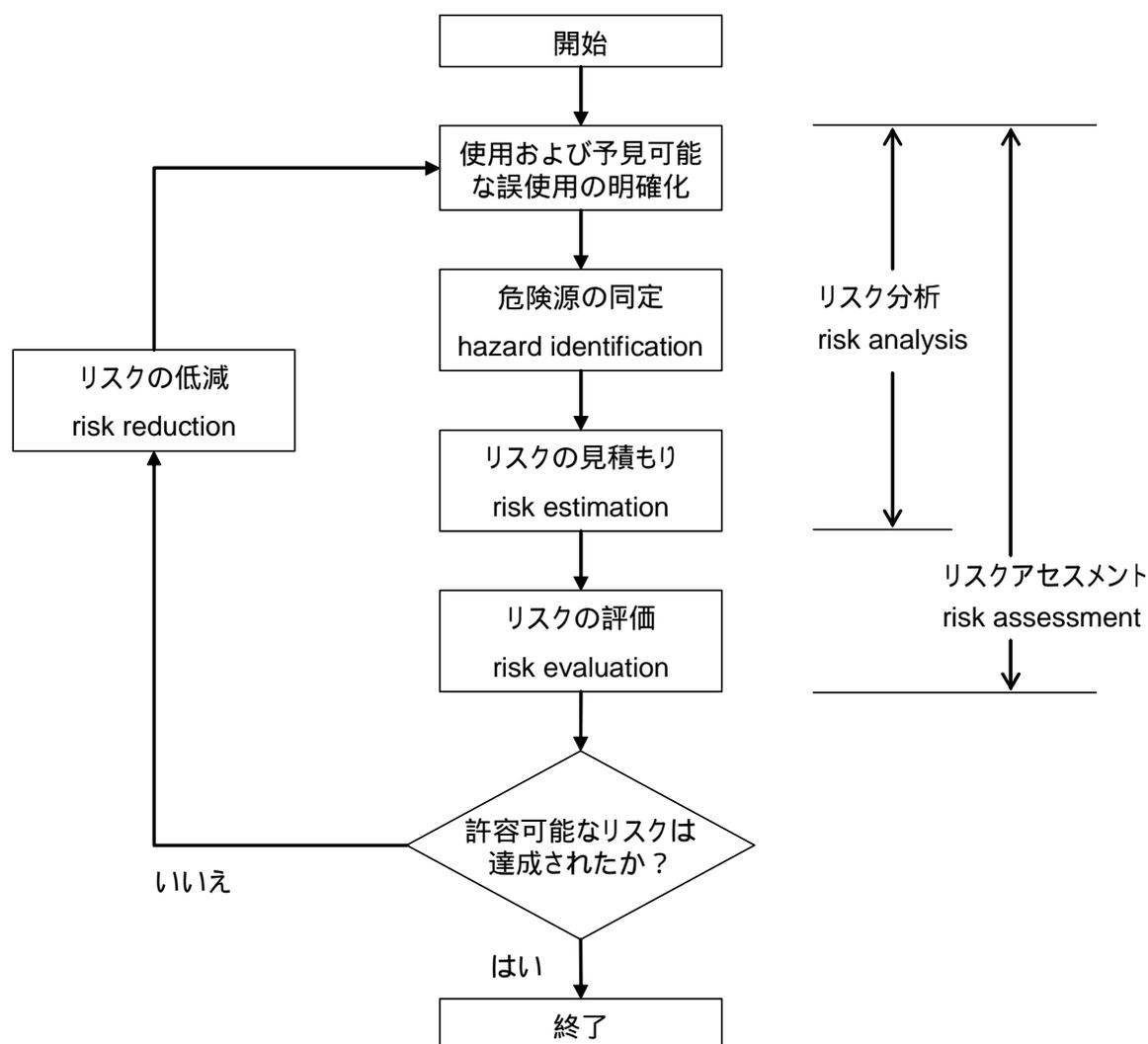


図 4-1 リスクアセスメント及びリスク低減の反復プロセス

4.1.2 使用要件及び合理的に予見可能な誤使用の明確化

ここで“使用要件”とは、【製品の条件】×【使用者の使い方】であり、製品の安全設計に考慮しなければならないことです。

「製品の条件」としては、製造後の搬送・設置、意図する用途・使用目的、製品の仕様、製品の周囲環境、使用条件、維持管理等があります。「使用者の使い方」には、使用者の年齢などや身体的な特徴等による差異が考えられます。また、使用者には、直接使用しないが、その製品に接する人も含まれることに注意を要

します。

事故の発生頻度は、製品が不安全になる状態と、使用者が不安全になる使用状況で使用する場合に高くなると考えられます。設計者は、そのような状況の中にリスクが潜在することに注意を払う必要があります。

不安全な状態とは、事故が発生するような、またはその要因をつくる物理的状态・環境をいい、製品の信頼性が低くなっている状態でもあります。不安全になる使用状況とは、事故が発生するような、またはそれらの要因を作り出す人間の行為の状況のことです。

「製品の条件」、「使用者の使い方」は、製品開発の製品仕様書というような書類に記載されているものと思われます。誰が、どのような場所で、どんな目的で使用するもので、どんな基本機能を有しているのか。場合によっては、その製品が与えるイメージや、保有することによる価値観等も決められている場合もあると思います。もし、そういう仕様書もなく製品の開発を行っているというのであれば、すぐに作るべきです。

この仕様書に、あるいは他の書類でも良いですが、予見可能な誤使用についても記載する場所を設けてください。予見可能な誤使用の明確化は、そこがスタートです。

リスクアセスメントでは、対象とする製品の危険源を洗い出す作業が必要とされますが、そこでは合理的に予見可能な誤使用も対象とすることが求められます。考慮すべき誤使用とは、次のようなものです。

リスクアセスメントによる危険源抽出において考慮すべき合理的に予見可能な誤使用

- (1) 製品使用中に製品不良、事故、故障などが生じた場合に、人が容易にとりうると考えられる反射的な行動
- (2) 製品使用中に、思わず正規の手続きを省略して早い結果を得ようとする容易に考えられる不安全行動
- (3) 子供または障害者のような人がとると容易に考えられる予見可能な挙動

「製造事業者が責任を持つべき誤使用はどこまでか」、という疑問の汎用的な答えは無いと考えた方が良いでしょう。製品の種類によっても違うでしょうし、使用者の年齢や特性でも異なるかもしれません。製品が使用されている社会環境(国、気候等)によっても変わるでしょう。そして、時代とともに常に変化しているので、過去に特定のケースで裁判所の判例があったとしても状況は変化しているかもしれま

せん。

このような前提を踏まえ、製造事業者としてここまでは製品の使用条件として考慮している、という範囲を決めておくべきです。製品のライフサイクルを通じ、例えば、10年先にどのような社会環境で製品が使用されているかを予測することは容易ではありませんが、製品に対する考え方を明確にしておくことは、企業にとって重要なことです。

使用および予見可能な誤使用の明確化の際に、考慮すべきポイントを 5.1.2 に示していますので、参考にしてください。

4.1.3 危険源・危険状態の特定

「危険源・危険状態の特定」とは、製品の使用条件や予見可能な誤使用について、危険源やそれにより生じる危険状態、危険事象の特定と予測を行うことです。

図 4-2 に、危険源から危害の発生に至るまでのプロセスを整理したものを示します。

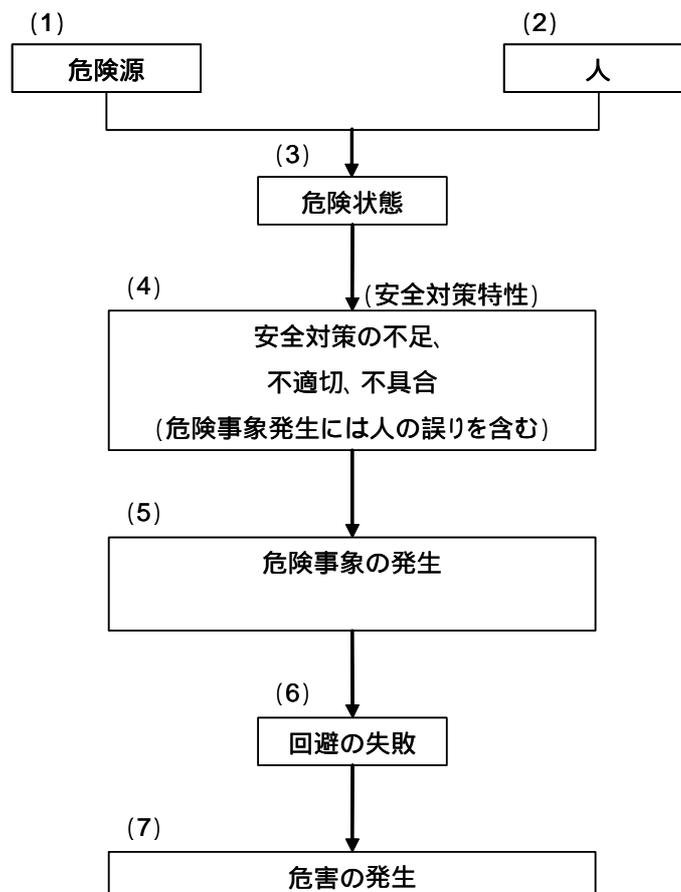


図 4-2 危険源から危害の発生に至るまでのプロセス

危険源に人が関わることで、危険状態が発生すると考えます。人が存在しなくても、火災が発生して最終的に人に危害が及ぶような場合には、危険状態と考えます。

安全対策が不適切であったり、不足していたり、不具合が存在した場合には、危険事象が発生することになります。キッチンのガスレンジで油が燃え上がってしまったとき、火がカーテンに燃え移り、そのカーテンが難燃仕様でなかった場合などには、安全対策の不足していたポイントが複数指摘できると考えられます。

その結果として火災のような危険事象が発生する可能性があります。消火器で消火するなどの方法で回避できる場合もあります。回避の方法、回避の可能性についても考慮しておくことが必要でしょう。

「危険源・危険状態の特定」を行うにあたっては、このような危害発生のプロセスを念頭においておくことが必要です。

具体的な作業としては、製品の使用条件を明確に示したあとに、以下のようなステップで実施していくことになります。

危険源・危険状態の特定の実施ステップ

- 製品の基本仕様を定義します。
- 製品のライフサイクルをいくつかのステップに分解し、各ステップにおいて製品が使用される場面を想定します。その際、各場面の使用環境を明確にします。
- 製品の仕様が変更されていなくても、社会環境の変化に応じて、新たな危険源・危険状態が発生していないかをチェックします。
- 各場面における危険源や危険状態を洗い出し記録します。
- 危険源の洗い出しを行うにあたっては、できるだけ複数の人数で行います。
設計開発部門、品質管理部門、営業部門、サービス部門等、製品に関係する複数の部署が参加することが望ましいといえます。
- 潜在的な危険を設計段階で予測・抽出するには、「危険源・危険状態の特定を実施するにあたってのポイント」に示すような FMEA や FTA 等の方法が有効です。

危険源・危険状態の特定を実施するにあたっては、以下に示すようなポイントを参考にして実施することをお勧めします。

危険源・危険状態の特定を実施するにあたってのポイント

- 危険源とは、人の行動と使用場所や環境、取扱製品との組合せにより生じる危険な状態である、という本質的な意味をしっかりと把握しておく必要があります。
- 設計者のみでこれらの作業を実施するよりも、製品企画、生産、営業などの関係各部署が集まって、ブレインストーミング形式で行うのが望ましいです。

- 実際に設計の現場で行える方法としては、危険源チェックシートを利用する。危険源チェックシートでは、縦軸に危険源、横軸に使用状況を記入し、両者の交点にリスクが存在するかどうかを確認します。
- 技術が成熟した製品で、従来の製品をベースに機能等を追加した製品の開発における危険源・危険状態の特定は、最終的な現象のパターンが過去の実績でほぼわかっているため、最終的な現象を特定してから展開する FTA をベースとしたトップダウンのアプローチが適しています。
- 新しい概念の製品や新たな機能の組み合わせによる製品の開発における危険源・危険状態の特定は、FMEA をベースにしたボトムアップ的なアプローチが適していると考えられます。また、市場に出荷されている製品の数が少ないものは、FMEA をベースにした分析が適しています。
- リスクの生じやすい危険源や使用状況の特定には、類似製品の事故事例や統計資料を事前に調査して活用することが有効です。統計資料に基づいた事故の発生頻度の傾向に、自ら設計する製品の特質を加味した危険源や使用状況の項目を表の欄に記入します。
- 類似製品の事故事例や統計資料を利用して危険源の特定を行うことの意義は、統計資料を利用することで設計者や組織単独としての考えではなく、公的な認知に基づいたリスクアセスメントを可能にすることにあります。

危険源・危険状態を予測して抽出する方法としては、FMEA や FTA という手法が広く用いられています。これらをうまく活用することができれば、普通では想定できなかった危険源を見つけたり、技術的に説得性の高い分析を行うことができます。

具体的に危険源・危険状態を特定する際には、5.2 に示したチェックリストを参照してください。

【コラム】

リスクアセスメントに必要な危険源抽出の基準とはなにか、公的に認められた根拠はあるのか？ [2]

- 危険源・危険状態の抽出においては、JIS や ISO などの規格類等公知のものを参考にし、安全対策についても設計時点で安全であるとの判断を社会に対して立証できるものであることが最良です。
- 社会に対する安全性の保証を考える場合、国際安全規格である ISO 12100-1 に規定されている機械の安全に関する共通認識の概念を、製品にも共通の安全概念として認識しておくことが重要です。
- 信頼性の視点では、設計のポイントとして、アクチュエータの選定や必要動力の計算、電気回路基盤の放熱対策、制御回路のノイズ対策などが考えられます。安全性の視点からは、設計のポイントとして、運動エネルギーや熱エネルギーからの身体の保護、感電やノイズによる暴走の防止などが考えられます。さらに重要なポイントとして、製品のライフサイクル全体にわたる安全に対して考慮することが要求されるということです。

4.1.4 リスクの見積・評価

リスクの見積とは、危険源により被ることが予想される危害や損害の評価です。それらの評価を定量化するために、リスクという概念を用いています。

リスクの大きさは、通常は、危険源による危害の大きさと、その危害の発生頻度の組合せで表されます。

「危険源・危険状態の特定」で特定された危険源・危険状態に対して、危害の重大性と発生頻度との2本の軸でリスクの大きさを評価することができるわけです。

危害の重大性は、製品に不具合が発生した場合、どれだけ重篤な被害につながるかという評価軸です。例えば、製品が異常温度燃焼し、発煙が生ずるのみか、発火して製品内部が焼損するか、あるいは外部に拡大して火災につながる事象かという評価です。発生頻度は、事故が発生する確率です。例えば、製品の市場での普及台数を踏まえ、1台あたり年間で 10^{-x} の確率というように評価します。

一般的には、製品の設計段階でリスクの評価・見積もり、特に、事故の発生頻度をあらかじめ予測することは容易ではありません。使用する部品の信頼性、自社製品でのこれまでの事故・不具合事例、同業他社製品の事故事例等から、推計することになります。(事故事例については、独立行政法人製品評価技術基盤機構(NITE)の事故情報データベース等が活用できます。)

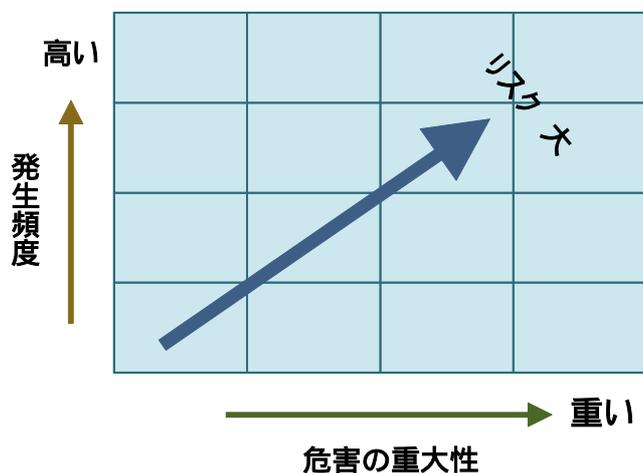


図 4-3 リスク評価の基本的考え方

実務上必要なリスクの見積・評価 [3]

リスクマネジメントにおいては、リスクを生み出す要因である危険源・危険状態の発生を事前に予測し、それらに起因するリスクの影響度を考慮して最善の対策

をプランニングしておくことが最重要課題です。

そのためには、事故が起こる前に、マネジメントする対象範囲に存在するリスク要因、あるいは発生するリスク要因を系統立てた手法により特定した上で、そのリスクを評価し処理する必要があります。

多種多様に存在するリスクの処理に必要な「リスク評価」は、実務上の観点からみれば、リスクの大きさの絶対値が必要なわけではありません。処理する対象範囲に存在する多数のリスクについては、相対的な大きさを評価し、大きなリスクについて精査して低減策を取り、全てのリスクが許容可能なリスク以下であることを確認すればよいことになります。リスク評価法の代表的な手法の詳細は、5.1.3 に示しています。

経営資源は限定されたものであり、その条件の中でリスク処理するには、リスクの大小を明確化することができれば、それに応じた安全対策にコストをかける合理的な判断ができるということです。

また、もう一つのメリットとしては、企業の安全の考え方や安全性基準(あるいはリスク基準)を、定量化して示すことができることです。

リスクの評価と対応の選択

算定されたリスクは、許容範囲を定めたリスク基準等との比較により、そのリスクを保有するか、低減するかを定めていく事になります。

全てのリスクをゼロにすることは不可能ですし、発見されたリスクの全てを必ずしも低減する必要はありません。算定されたリスクが、許容範囲であれば、保有という対応を選択することもできます。保有という対応概念は、そのリスクの存在を認識しても、特に新たな対応を取らずにそのままにすることをいいます。

リスク評価とは、簡単に言えば保有するリスクと低減するリスクを選択することです。許容可能な基準を上回るリスクが発見された場合、リスク低減策を行うことにより、予測される事故の発生頻度や危害の重大性を下げて、許容可能な水準までリスクを低下させます。さらに、許容できないリスクが残り、そのリスクが技術や経費の関係で低減できない場合には、その製品の開発自体を回避するという事になります。

許容可能なリスクとは

図 4-1 に示すように、リスクは「許容可能なリスク」とすることが必要です。この

許容可能なリスクとは、製品の特質により変わるものです。また、製品が使用される社会的な環境条件にも影響されます。社会的な環境条件は、時代によっても変化します。

許容可能なリスクは、最終的には製品の安全性について責任を有する事業者が、自ら設定すべきものです。自ら設定するには知識や経験が不足していると考えた場合には、第三者の専門家(コンサルティング、学識経験者)に相談して判断を仰ぐ方法も考えられます。ただし、最終的な判断は、市場に出荷した後の安全性に関する責任を有する事業者の責任で行うこととなります。

4.1.5 リスクの低減

リスクの見積り・評価の結果として評価されたリスクの程度に応じて、リスクを低減する対策を行うことが必要となります。

リスク低減対策として、国際安全規格では、図 4-4 に示すような手順に従って実施することが望ましいとされています。

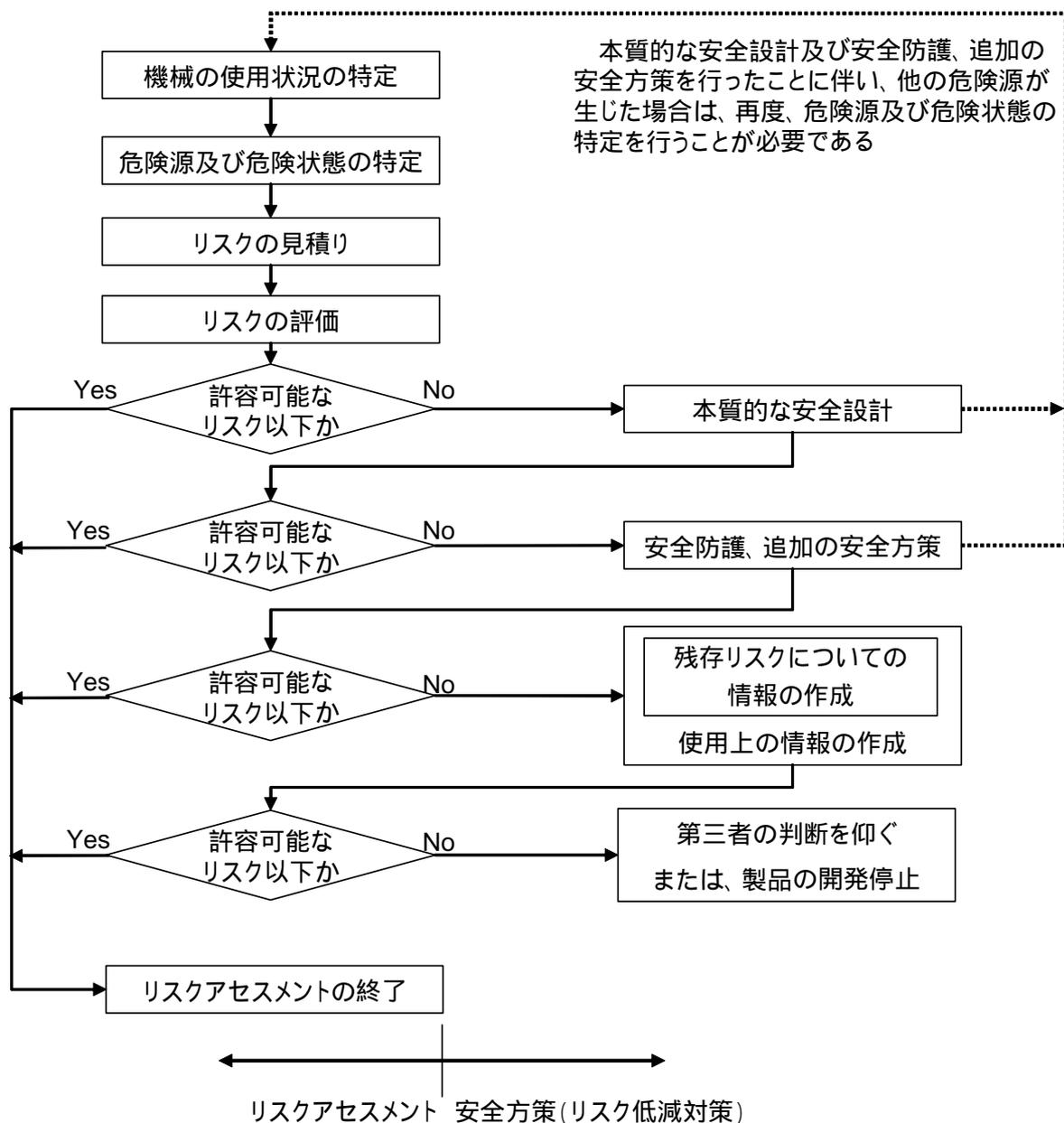


図 4-4 リスクアセスメントに基づいたリスク低減対策の手順

ここで示されているリスク低減対策の手順は、いわゆるスリーステップメソッドと

呼ばれるもので、安全性確保の対策をするにあたって、国際的な共通概念とされている考え方です[4]。

スリーステップメソッドは、図 4-5 に示すように、以下の 3 つのステップでリスクを低減し、安全性確保の対策を行うというものです。

- (1) 本質的な安全設計
- (2) 安全防護
- (3) 使用上の情報の作成

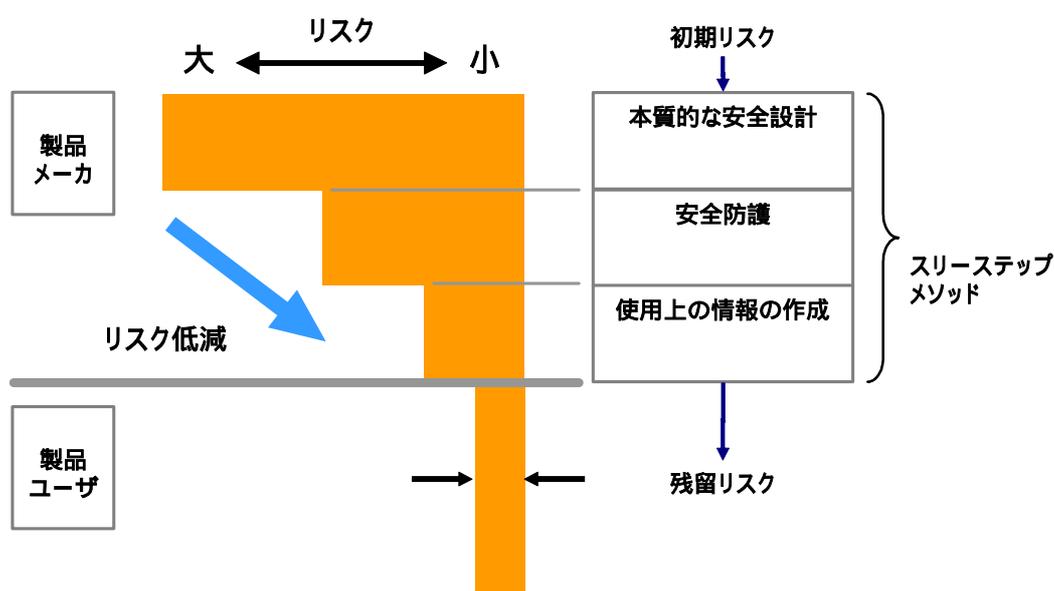


図 4-5 スリーステップメソッドによるリスクの低減

スリーステップメソッドの第 1 ステップは、本質的な安全設計により本質安全化を図ることです。危険事象の基になることを除去して、製品として成り立たつかを考えることです。本質的安全設計が実現できれば、製品の機能を損なうことなく、安全性を大幅に高めることが可能であり、リスク低減策の基本となる考え方です。この段階で、リスクアセスメントを実施して、その結果を記録します。本質的な安全設計の考え方については、参考 2 に示しています。

第 2 のステップでは、防護を設定して、製品使用者の安全を確保する対策を検討します。本質的安全設計を実現しようとする、製品の機能・特性が損なわれてしまうなど製品として成り立たなくなる場合があります。その場合には、安全防護策を取り入れます。防護の方法には、いろんな方法が考えられると思います。それぞれの方法についてリスクアセスメントを実施し、どの対策を採用することにしたかも含めて記録します。対策によるコストの変動も含めて、対策を採用した理由が

理解できるように記録しておくことが必要です。

第 3 のステップでは、製品を使用するにあたって知っておくことが必要とされる情報を作成し、製品ユーザが理解できるように示すことで、第 2 ステップまでの対策では低減しきれなかったリスクを低減させようというものです。使用にあたって注意すべきこと、行ってはいけないこと等を、製品ユーザに知らせることでリスクを低減することが目的ですので、製品ユーザがわかりやすい形で示すことが必要とされます。表示のしかたによってリスクの低減効果は変化すると考えられますので、単に表示しておけばよいということではありません。

また、第3のステップを確実に行って、全てのリスクをゼロにすることは不可能であり、何かしらの残留リスクが残ることは避けられません。この残留リスクについても、第3のステップの中で、明確に表示しておくことが求められます。

消費生活用製品の安全性は、一般的に訓練された使用者を前提としていないことから、誤使用を含む様々な使用方法や経年劣化を含む使用環境を想定したリスクアセスメントを実施し、安易に警告・表示の安全対策にならないようにする一方で、どうしても残留せざるを得ないリスクに対して、場合によっては、第三者機関の判断を仰ぐことも必要でしょう。本当に問題がある場合は、製品開発の停止という判断をしなければならないこともあります。

4.2 製品開発プロセスにおけるリスクアセスメントの要点

4.2.1 「製品の要件整理」フェーズにおける要点

製品の要件を整理するには時間とともに変化する制約条件を伴いますが、それぞれの時点で安全性を考慮した最適な設計解を得ようとするならば、製品の要件を完全に理解し明確に定義しておかなければなりません。そのためには、設計開発部署に持ち込まれる開発課題には、必要な情報が全て含まれているとは限らない場合が多いので、製品企画部署、試験検査部署、販売部署や顧客サービス部署と密接な交流を通じて、データを収集することが重要です。

固有の制約のレビューにおいて以下の質問に答えられるようなデータ集の収集 [5]

- 実際は何に関する問題か
- 暗黙の要望と期待は何か。
- 規定した制約条件が実際に存在するか。
- 開発のためにどんな方法が開かれているか。

- 意図している設計解はどのような目的をみたすことが期待されているか。
- どのような特性を設計解はもっていなければならないか。
- どのような特性を設計解はもってはいけないか。

一般的な制約のレビューにおいて必要な情報 [5]

- 会社の負の情報
 - 顧客の苦情
 - 類似製品の組立と試験の報告書
- 世の中の技術状況
 - 競合他社の計画
 - 論文、技術雑誌およびマニュアルに載っている同種の設計解に関する説明書
 - 特許についての情報
- 標準規格とガイドライン
 - 国際推奨規格
 - 国内標準規格
 - 専門家の助言
- 将来の開発に関する考え方
 - 要件と流行の変化に対応できること
 - 技術的、経済的発展の傾向を決定できるように、新規プロジェクトを監視する
 - 顧客の要望に最も適合するアイデアを開発すること

4.2.2 「概念設計」フェーズにおける要点

概念設計における評価基準は、要件リストに基づいて次に示す項目を基に設定しておく必要があります。[5]

- 仕様の要件
 - 要求を満足させる確度(何が難しいのか、それにもかかわらずどれくらい満足できそうか)
 - 最低限の要件を、どれだけ超えて満足させるのが望ましいか(どの程度超えるか)
 - 要望(満足させられるか、満足させられないか、どれくらい満足させられるか)
- 一般的な技術的および経済的特性(どの範囲まで網羅しているか、どの程度満足させられているか)

特に、技術的特性や経済的特性はできるだけ早い段階で検討しておく必要があります。候補概念を確定していく段階では、評価基準を定量的に与えられないのが普通なので、経済的観点や安全上の要件は少なくとも定性的に考慮しなければなりません。リスクアセスメントにおけるリスク見積も同様です。

概念設計フェーズにおける設計評価のための主要項目は、参考 3 のチェックリストを参考にしてください。消費者に関わる基準は、「機能」、「動作原理」、「詳細

化」、「安全」、「人間工学」、「操作」、「保全」および「コスト」の観点に含まれます。また、製造事業者に関わる基準は、「詳細化」、「品質管理」、「組立」および「コスト」の観点に含まれます。

リスクアセスメントにおける危険源・危険状態の特定およびリスクの見積・評価は、前述の評価基準の考え方を踏まえて実施することにより、設計活動の一環として位置づけることができます。

4.2.3 「詳細設計」フェーズにおける要点

詳細設計における評価基準においては、次に示す項目に基づいて設定しておく必要があります。[5]

- 仕様の要件
 - 最小限の要求に付け加える要望(超えている程度)
 - 要望(実現されたか、実現されていないか、実現されている程度)
- 技術特性(どの程度提案し、どの程度実現しているか)

参考 3 のチェックリストの項目を、より具体化した詳細化レベルに適用させて評価することにより、評価の完全性を高めることができます。詳細設計フェーズにおける評価は、製品のライフサイクルにおける弱点を把握するのに重要な役割を果たします。

このフェーズのリスクアセスメントは、前述の考え方を踏まえてチェックリストの主要項目に対して、安全の観点から概念設計フェーズでクローズできなかった危険源・危険状態や概念設計フェーズで特定できていなかった危険源・危険状態をより具体的に特定し、リスクの優先順位が明確になるように具体的に見積・評価して分類します。リスクを低減するには、経営資源が限定されたものであるのでリスクの大きいものから低減していく必要があります。

4.3 既存製品改良による製品開発に伴うリスクアセスメントの要点

製品開発には、既存の製品に改良を加えて新たな製品を作り出す機会が多くあります。

製品の危険な状態の特定方法や評価の考え方の基本は、4.1 に記述した内容と同じですが、設計が新製品を開発する場合と改良を行う場合では異なるように、リスクアセスメントも製品改良の設計プロセスの特徴を反映して実施すると、より効果的な検討を行うことができます。

4.3.1 製品要件の再検討

既存の製品から、一部の設計を変更し機能を改良する場合でも、新製品と同様に社会や市場のニーズの状況を検討し、改良した製品の要件が、社会や消費者のニーズに合致していることを確認することが大切です。

市場・消費者ニーズの変化に合わせて機能改善を行う場合

社会や消費者のニーズを反映して、製品改良を行う場合があります。

この場合は、まず反映したい社会や消費者のニーズの変化を明らかにして、その要求をどのような製品機能や要件に反映するかを検討する必要があります。さらに、その機能変更を可能にするために、設計に反映する具体的な変更箇所を検討します。

製品の変更する機能が明らかな場合

改良したい機能が明らかな場合は、その機能変更が社会や消費者のニーズや価値観、さらには製品の使用制限条件を十分に満足しているかを確認することが大切になります。市場ニーズ等は変化しますので、この場合でも製品の制限条件となるような事項が現状どのようになっているかの確認は大切です。

4.3.2 設計変更に伴うチェックポイント

製品の設計を変更する場合は、ややもすると改良する機能にのみに着目した検討になりがちです。しかし、製品は一部の設計を変更するとその変更が他の機能等に影響を及ぼす場合がありますので、注意が必要です。

改良したい機能を実現する自社の技術力等が十分かということにも留意する必要があります。

設計の変更箇所が明確になったら、その変更が製品の正の出力や負の出力にどのような影響を与えるかを検討する必要があります。

変更する設計箇所が決まったら、以下項目に着目して検討を行うことが効果的です。

変更要求への十分性

- 変更した設計で、改良したい機能を満足できるか

- その設計は、機能改良に最も効果的か

正の出力への影響

- 変更した設計箇所が、他の機能に及ぼす影響はどのようなものか
- 変更した設計が、製作工程等にどのような影響を及ぼすか
- 設計変更が、製品の信頼性や保守性にどのような影響を及ぼすか
- 変更した設計が、流通、保管、廃棄コスト等にどのような影響を及ぼすか

負の出力への影響

- 設計変更を行っても、これまでの安全等の要求を満足しているか
- 設計変更によりこれまでとは別の安全や環境等への問題はでてこないか
- 変更した機能が、消費者の誤使用を誘発する可能性は無いか
- 変更した機能が、望ましい使用環境に与える影響は無いか

これらの検討内容を、検討忘れが無いようにワークシート等を利用して検討を行うことが望ましいといえます。

5. リスクアセスメントに使用する手法とデータ

5.1 リスクアセスメントに使用する手法

5.1.1 危険源・危険状態の特定に有効な手法例

(1) FMEA

FMEA(Failure Mode and Effects Analysis)は、一般に「故障モード、影響解析手法」と呼ばれている信頼性解析手法であり、故障要因を抽出する方法として、製造業界で広く一般的に使用されている方法です。リスクアセスメントの手順の危険源・危険状態の特定の段階においても、有効な手法であると考えられますので、参考文献[6]に基づき紹介します。

FMEA は、システムや装置などの故障要因の抽出手法として、システムを構成する機器あるいは部品などがある故障が発生したとき、その故障がシステムにどのような影響を及ぼすかを解析し、大きな影響を及ぼす機器や部品をみつけるための手法です。

FMEA は、機器ごとに故障モードを抽出することから始まります。そのための標準ワークシートとして、IEC の FMEA 規格²には標準ワークシートが規定されています。

このワークシートは、以下の項目で構成されます。

- (1) 機器名：製品を構成する解析対象の機器あるいは部品などの最下位レベル
- (2) 機能：機器あるいは部品の機能
- (3) 故障モード：機器あるいは部品の故障の状態、故障現象
- (4) 原因：故障モードの発生原因であり、複数の原因が考えられる。
- (5) 影響：ある故障モードが発生した場合の上位サブシステムへの影響
- (6) 検出方法：故障モードの検出方法
- (7) 故障モードの発生頻度：故障モードの発生頻度を相対的に評価
- (8) 致命度：故障モードの発生頻度と影響度を評価して求められる相対的定量評価値
- (9) 対策：改善案、考察、解説などを記入

標準ワークシートといっても、全ての製品、全ての場合に適用できるものではありません。FMEA のワークシートの評価項目は、解析するシステムごとに検討する必要があるといわれています。また、故障モードの発生頻度や、致命度についても、それぞれの製品ごとに評価方法を設定することが必要とされます。

製品の設計・開発段階における FMEA ワークシートの具体的な事例として、参考文献[6]では、参考文献[7]に示された住宅用天井型エアコンについて、寿命 20 年以上に影響する要因の抽出を目的とした解析の例を紹介しています。参考文献[7]に示されている、系統図、信頼

² IEC 60812 Ed. 2.0:2006 Analysis techniques for system reliability - Procedure for failure mode and effects analysis (FMEA) (標題仮訳 システム信頼性の解析技法 - 故障モード影響解析(FMEA)の手順)

性ブロック図、FMEA ワークシートを、図 5-1、図 5-2、表 5-2 に示します。

表 5-1 標準 FMEA ワークシート

1) 機器名	2) 機能	3) 故障モード	4) 原因	5) 影響		6) 検出方法	7) 故障モード 発生頻度	8) 致命度	9) 対策
				1 次影響	2 次影響				

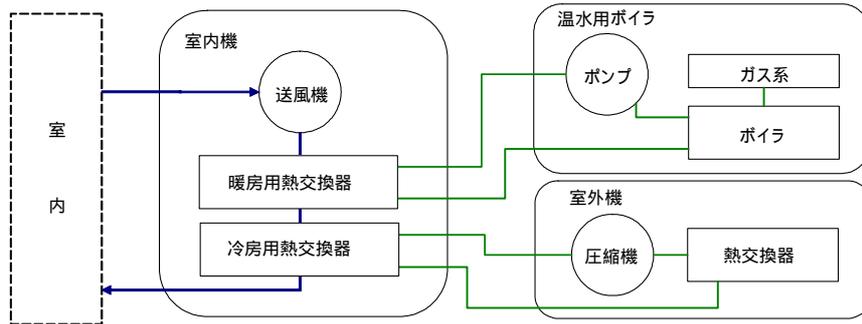


図 5-1 天井カセット型エアコン系統図

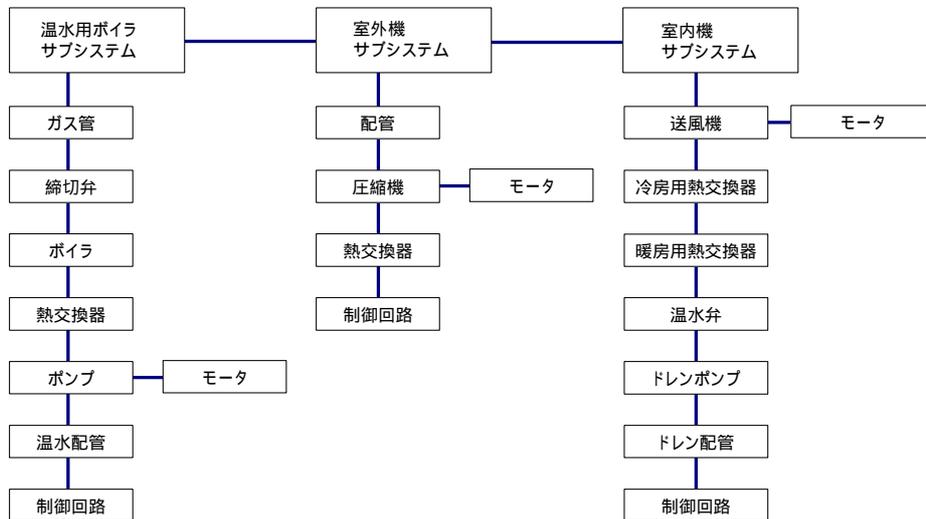


図 5-2 エアコンシステムの信頼性ブロック図

表 5-2 エアコン設計用 FMEA

部品、機構	故障モード	原因	影響	重要度	設計対応	確認、効果
暖房用熱交換器 銅管	穴あき	pH 値異常高 流速	水漏れ	A	管肉増大、pH 値規 定 最大流速規定 実証確認	耐用 50 年以上
温水弁	弁閉まらず 電極破損	弁磨耗 絶縁不良	暖停止不能 火災	A A	弁漏れ小構造 メンテナンス 保護カバー採用	加速耐久性確認 破損時問題なし
ドレンポンプ	回らず	過熱(軸受) 過熱(巻線)	排水不能 運転不能	A A	モータ部冷却強化 玉軸受採用、保護回 路	(20 年以上) 確認
ファン用モータ キャパシタ	焼損 パンク	過熱(軸受) 過熱(巻線) 劣化	火災 運転不能 火災	A A	冷却強化、保護装置 玉軸受採用 環境温度下げる	耐用 1.5 倍以上
室 外 機	接続配管 工事長さ	コンプレッサ 不良 冷媒過充填 冷媒不足	運転不能	A	現場での冷媒補充不 要策	加速耐用確認
	冷凍 サイクル	コンプレッサ 不良	運転不能	A	保護機能 高層設置 実証確認	ビル風影響なし
	熱交換器	腐食	水質環境	B	表面処理	塩水耐久性確認

(2) FTA

FTA(Fault Tree Analysis)は、故障の木解析とも呼ばれている信頼性、保全性、安全性などに関する解析手法であり、品質管理や業務改善、事故対策などにも幅広く活用されている手法です。リスクアセスメントの手順の危険源・危険状態の特定の段階においても、有効な手法であると考えられますので、参考文献[8]に基づき紹介します。

FTA手法では、最初にFT図の作成を行い、それをもとに定性的、あるいは定量的な評価を行います。FT図は、製品の「望ましくない事象」の発生要因を検討し、その要因を体系的に整理するものです。製品の使用者の立場から考えて、望ましくない事象は数多く考えられますが、その中から最も望ましくない事象を選んで「頂上事象」とします。

図 5-3 に FT 図の例を示していますが、ここでは頂上事象として「自動車用ランプが点灯しない」を設定しています。頂上事象を設定したら、次にこの望ましくない事象を発生させる要因をできるだけ多く抽出する必要があります。そのためには、解析者として立場の異なる3人～5人の人々が集まり、それぞれが専門家の立場で発生させる要因を抽出します。抽出するための方法としては、ブレンストーミング法等を活用するとよいでしょう。

FT図では、抽出した要因を整理し、頂上事象、中間事象、基本事象の関係を論理記号で表します。表 5-3 に、よく使用される事象記号と論理記号を示します。

FTA では、第一に頂上事象の設定を行い、発生要因を抽出して中間事象と基本事象の関係をFT図として作成し、それに基づき定量的な解析、あるいは定性的な解析を行うこととなります。図 5-4 に FTA 手法の実践の手順とポイントを示します。FTA 手法は、使用者の目的に合わせて、様々な解析を提供するものです。定量的なシステムの信頼度の解析や、発生要因の抽出などは、リスクアセスメントを進める上で、発生頻度や危険源特定に対して有効な情報となると考えられます。

表 5-3 FT 図でよく使用される事象記号と論理記号

		内 容
事象記号	頂上事象 中間事象 	頂上事象：解析対象の製品や作業などに発生しては困る事象を FT 図の解析目標として明記する。 中間事象：頂上事象と基本事業との中間の事象を表し、製品などの構成をもとに表現される事象である。
	基本事象 	基本事象：頂上事象を発生させる要因のうち、分解ができないあるいはそれ以上分解を必要としない事象である。一般的には、対策ができるレベルの事象とする。
	ORゲート 	入力事象のいずれかが発生すると出力事象が発生する。 入力事象の数に制限はない。
論理記号	ANDゲート 	入力事象のすべてが同時に発生した場合に出力事象が発生する。
	移行記号 (入力) (出力) 	FT 図が大きくなり、別の紙面に書く場合に3角形の中に分類番号などを書き入れる。別紙面では、同じ番号を3角形の中に書き、これを頂上事象として FT 図を作成する。

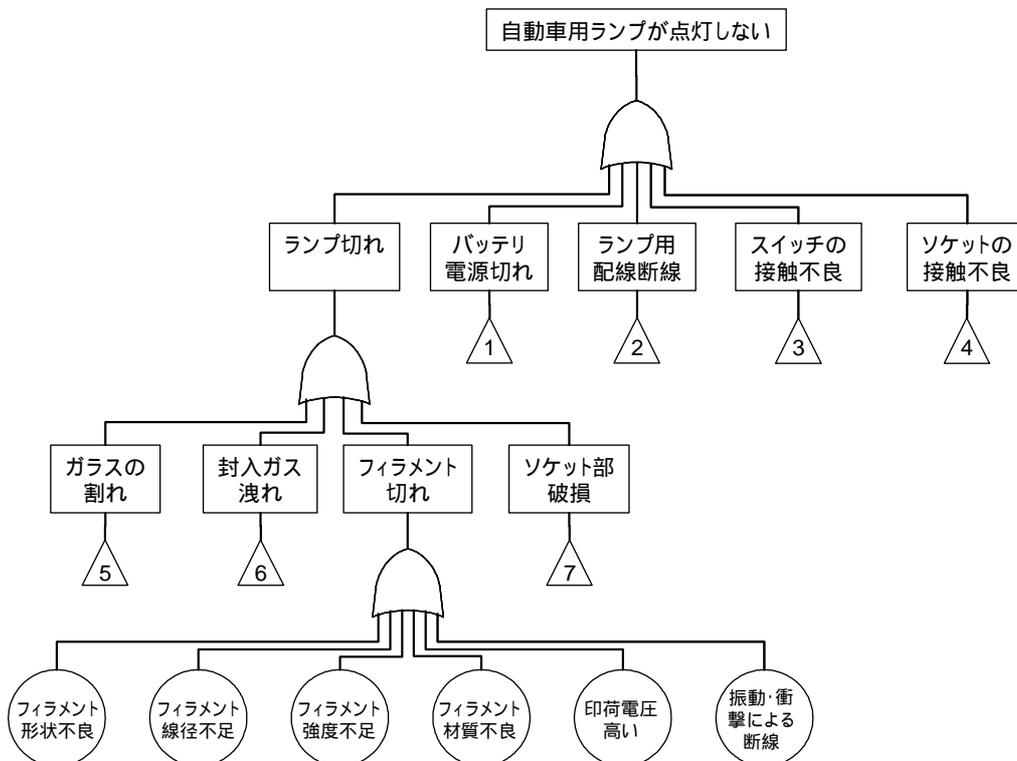


図 5-3 頂上事象から基本事象までの FT 図の例

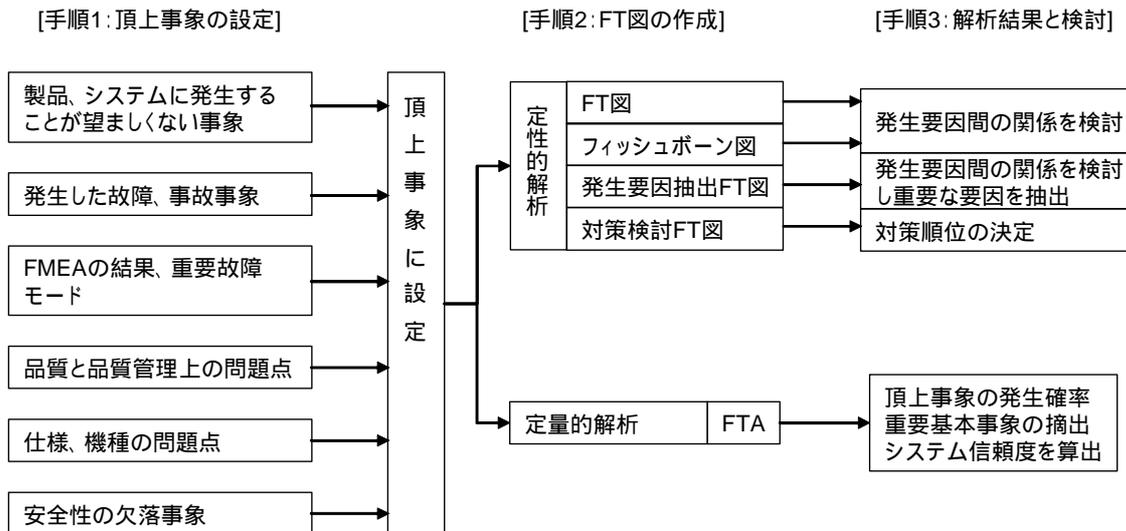


図 5-4 FTA 手法の実践ポイント

5.1.2 使用および予見可能な誤使用によるリスクの把握のための手法

ユーザが製品を使用する際の利用品質確保のためには、5.1.1 に記述した危険源等を特定する手法に加え、ユーザの使用法や誤使用により発生するトラブル等を検討することが必要となります。

これらのリスクを把握し、その対応を考えるためには、製品における使用要件や考慮すべき誤使用の範囲を明確にして、設計時の考慮要件とすることが大切です。

(1) 使用要件を考えるポイント

使用要件を考えるポイントとして参考文献[9]に示されている項目を参考に、以下のように整理しました。

無意識や思慮不足で危険なことをする「人間の性癖」を知ることが重要

- 子供は狭い隙間や小さい穴を見つけると、指を突っ込みます。
事例: 小型シュレッダの隙間に幼児は指を突っ込もうとします。
- 多少危ないとわかってもやってしまうことがあります。
事例: カセット式コンロを2台並べて使うと爆発する危険があります。
- ギリギリまでやってみるとい性癖があります。
事例: ガスコンロの炎をめいっぱい細くして使用しようとしています。

過大な負荷で故障が頻発する装置の安全対策の着眼点

- 許容負荷の設計基準を超える使い方による故障の頻度が無視できないほど高く、設計基準が使用実態に比べて低すぎると判断されるときは、設計基準を見直す必

要があります。

“ウツカリ”や“ボンヤリ”による操作ミスに対する安全対策の着眼点

- この種類の操作ミスは、設計者が防止策を積極的に考案するなどして、主体的に防護すべき領域です。

時代や場所が変われば使用環境が設計の想定を超え、製品に悪影響を及ぼし、設計基準が有効に機能なくなってしまうことがある。技術の進展や社会の変化にも注意が必要

- 製品を市場に投入した後も、トラブル情報を収集・分析し、既に制定した基準が使用実態に適合しているかどうかを定期的にチェックする必要があります。

事例:湯沸かし器の不完全燃焼による CO 中毒事故の背景には、アルミサッシの普及等による部屋の高い気密性という環境の変化がありました。

福祉機器は、通常的生活用製品とは異なる視点からの使われ方の想像が重要

- 車椅子や入浴補助器の設計では、健常者と異なる視点を欠くと、安全対策の着眼点を見逃す可能性があります。

製品の小型化に潜む危険性にも注意が必要

- 製品は大きさが変われば、使われ方も変化するので、設計者は安全性の着眼点を切り替えなければなりません。
- 製品のサイズが当初品から大幅に小型化された場合には、これまでとは異なる視点で、できれば従来の設計者とは異なる新鮮な目を加えて、安全性デザインレビューの節目を設けることを推奨します。

事例:サイズ縮小にともなって紙裁断機構が隠れている投入口が幼児でも届くほど低くなったため、指を切断する事故が相次いで発生したシュレツダの指詰め事故。この事例は、家庭でも使えるように外形は小さくされていましたが、紙投入口の大きさは大型機のままで、小さくなっていませんでした。

多くの製品が同じシステムを採用しているからという安心は禁物

- 法律や技術基準は時代とともに変化するものであり、ある新規開発製品が現在の基準をみたしていても、5年後、10年後にも十分適用可能であるかどうかは断定できない。誤使用かどうかは時代の状況によって変わります。
- 製品設計を技術者の立場だけからの視点でとらえるのではなく、視野を顧客の外側にある社会まで広げる必要があります。

事例:誤って触れるだけで知らない内にスイッチが入って最大火力となり、出火した電気コンロの事故。この事例は、電気コンロの上に雑誌など可燃物を置いたり、燃烧装置を物置として意図しない使用をしたりした場合の誤使用と、経年劣化によりスイッチが容易に入る不具合とのグレーゾーンの領域が原因となって重大事故になった例です。事故の発生を確認していたにもかかわらず、販売停止という対策をとるのが遅れたため、被害が拡大する結果となりました。13 社の製造事業者が同様のスイッチを採用した電気コンロを製造しており、同様の事故が発生していました。

(2) 誤使用として考慮する範囲

予見可能な誤使用として、どこまで考慮しておくべきなのか

予見可能な誤使用として、どこまで考慮するかについては、時代とともに変化してくる部分もあり、判断が難しい問題であるといえます。

いずれにしても、事業者としては、「予見可能な誤使用」についての自社の考え方を、明確に規定しておくことが望ましい対応です。

国内の製造事業者において、社内の製品安全に関する規定の中で、「予見可能な誤使用」について、製品開発の際に留意すべき事項を社内規定の中で定めた企業があります。実際に対応していくことは簡単ではありませんが、製品安全に対する企業の姿勢を示すという面でも注目すべきことだと考えられます。

(3) 誤使用の予見にペルソナを活用

複写機等を設計製造する事業者の中で、製品安全デザインレビューにより、設計段階において製品の全ライフサイクルにわたる安全確認を行うとともに、想定される様々なユーザのペルソナ(年齢層等による人格・個性)を想定・作成し、ペルソナが製品と接触するストーリーの中で、予見可能な誤使用によるケガのリスクを検証する等、事故の「未然防止」に取り組んでいる企業があります。

ペルソナを設定する目的は、「専門家間での評価結果の差を少なくするため」です。参考文献[10]では、ユーザビリティ評価を行うにあたって、ペルソナの利用を検討しています。評価では、「誰が」「何をするときの」評価をするのが重要ですが、単に製品のターゲットユーザというだけでは明確さに欠け、評価者によって解釈が異なる可能性があり、ターゲットユーザをより明確に定義するために、以下のような標準ペルソナを定義しています。

この事業者では、製品の予見可能な誤使用によるリスクの検証に、この考え方を適用しています。

ユーザー	名前	鈴木 良子 (すずき よしこ)	顔のイラスト
基本情報	年齢、性別	35歳 女性	
	会社名	御成門商事	
	企業規模、業種	従業員数 50 人、商社	
	職種	庶務 (秘書業務も少しやっている)	
	部門・役職	総務部 主任	
	現住所	目黒区 (ワンルームマンション)	
	家族構成	独身 1 人暮らし	
ユーザー特徴 (身体、認知、文化、性格、興味、スキル、知識等)	<ul style="list-style-type: none"> 身長 160cm ・近視(コンタクト使用) ・爪はあまり伸ばさない(キーボードなど打ちにくくなるので) たばこは吸わない ・性格はさっぱりしている ・キレイ好き(机の上もシンプル) 細かい気配りができる ・てきぱき仕事をこなす(効率重視) ・何事にも積極的、興味津々 MFP のメンテナンス(トナー交換、紙詰まり処理など)は自分でやる ・PC スキル: Office は使いこなせる、細かい設定などはやってもらうことが多い ・機器のシステム(ハード、ソフト)に関してはあまり詳しくない 仕事に取りかかる前に段取りを考えてから取組むほう やり方については他人にあまり言われたくない(自分なりに工夫してやる) 仕事とプライベートはハッキリ区別する ・おいしいモノには目がない ・週末はショッピング、グルメ 家でたまにインターネットでショッピング、旅行、ファッション、グルメなどのサイト見て、必要なものはインクジェットプリンターで出力する デジカメを持っている 携帯は着メロ設定、メールはしよっちゅう打っている 通勤時は ipod で音楽を聴く ・機器の操作で困ったときは、とりあえずいろいろ試すが、わからないと聞いてしまう 新しい機能は、便利そうなら使ってみる 		
ユーザーの役割 (ユーザロール) どのような人が、その商品の利用者および利害関係者であるかを役割という観点から整理	<ul style="list-style-type: none"> 業務時間中は、間違が無いように注意し、計画的、効率的に主に与えられた仕事をこなす→ややストレス有り 消耗品や備品の管理はしっかり行う 		
ユーザーの目標 (ユーザゴール) その商品を通して、利用者および利害関係者がどのようなこと(ゴール)を達成したいかを整理	<ul style="list-style-type: none"> 仕事では、「あのの人に頼めば間違いない」という信頼を得たい 仕事も、プライベートも楽しむ 		

5.1.3 リスク見積・評価法

5.1.1 や 5.1.2 で示した危険源や誤使用等を原因とするリスクを把握したら、その対応に対する評価を行う必要があります。

(1) リスクマトリックス法

- 危害の発生頻度と危害の重大性のランクをそれぞれ縦軸、横軸とするマトリックスを作り、その各マス目に対応するリスクの大きさのクラス番号を記入する方法をリスクマトリックス法といいます。リスクマトリックスの縦軸と横軸の分類は、その対象とする製品や評価分類に求められる精密さによって変わります。

図 5-5 に IEC 61508 の付録の例を示します。

		危害の重大性			
		軽い	←	→	重い
		無視可能 (手当て不用)	軽い (軽症)	重い (重症)	悲観的 (死亡)
発生頻度	高い				
	常にある	オレンジ	赤	赤	赤
	よくある	黄	オレンジ	赤	赤
	時々ある	黄	黄	オレンジ	赤
	わずかにある	緑	黄	黄	オレンジ
	ほとんどない	緑	緑	黄	黄
低い	決してない	緑	緑	緑	緑

図 5-5 リスクマトリックスの例

リスクの見積・評価を実施するにあたってのポイント

リスクマトリックス法は、リスク要素を細かく分類する必要がある時に向けた手法です。事故の事象が明確になっている事後解析に有効です。ただし、リスク要素を細かく分類しすぎてしまうと、煩雑になり、評価が困難となる傾向があるため注意が必要です。

(2) リスクグラフ

- ISO 13849 では、リスクパラメータと程度をツリー状表示しておき、それらを選択・組合せを行うことでリスク見積と評価を可能にしています。リスクパラメータとして、危害の大きさ S と危険事象への接近頻度 F、事故回避の可能性 P の 3 要素を考えています。
- 具体的には、危害の大きさ S を軽症が重症に分岐させる。この場合、大きさは 2 通りにしか分岐しない。軽症の時は、残りのリスク要因は無視して、リスクのランクは とします。重症の場合は暴

露している確率 F を考えて、まれなのか時々なのかというようにしてまた 2 通りに分岐します。

- さらに、人間がそこで回避できるかできないかを P として 2 通りに分岐させます。このように分岐することによって最終的な枝分かれの先が、リスクの大きさを分類したランクのところへ落ち込ませるのがリスクグラフによる方法です。
- 図 5-6 にリスクグラフの手法及び表 5-4 にリスクパラメータの意味を示します。N または (N) はリスクカテゴリ ~ のおののに対して要求される安全対策カテゴリの標準性能を表しています。N または (N) で示す領域の左側の部分 M⁻ はリスクに対して安全対策の性能が不足する領域であり、右側の M⁺ は逆に安全対策の性能が過剰であることを示します。

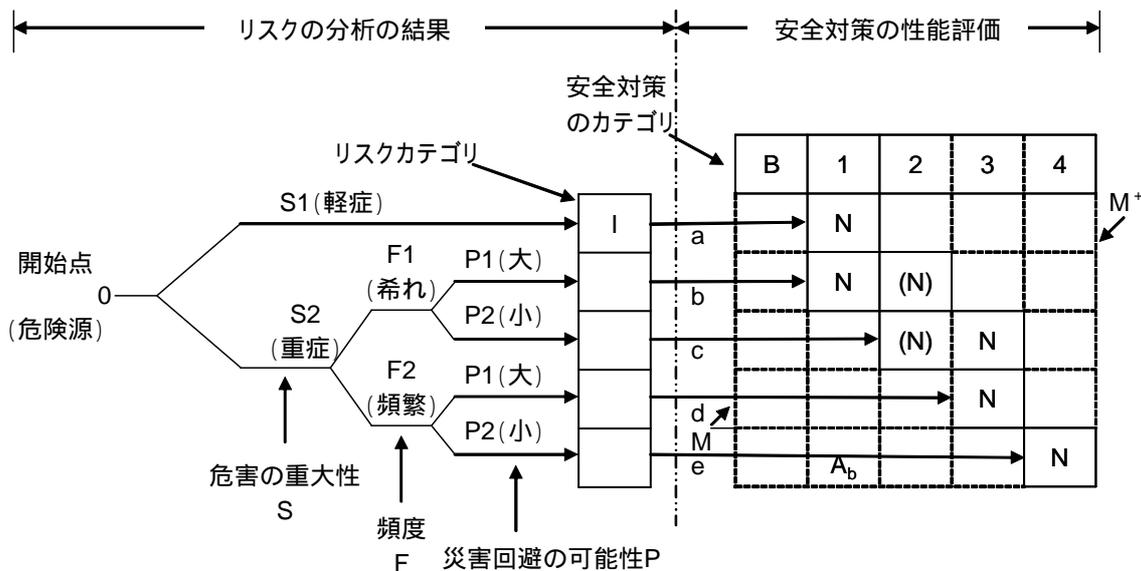


図 5-6 リスクグラフによるリスクの見積・評価例

表 5-4 リスクパラメータの意味

リスクパラメータ	パラメータの意味	細分された リスクパラメータ	リスク要素 のパラメータ
S	危害の重大性	S1	軽症
		S2	重症
F	危険事象への人の接近頻度	F1	稀
		F2	頻繁
P	災害回避の可能性	P1	大
		P2	小

リスクの見積・評価を実施するにあたってのポイント

リスクグラフのリスク要素は、図 5-6 に示す危害の発生過程と一致しており、これらの考え方は、消費生活用製品による危害発生過程にも適用できる考え方です。特に設計段階におけるリスクアセスメントに適しているといえます。

(3) リスクパラメータの意味

ISO14121 および ISO13849-1 で示されるリスクグラフをベースに、リスクパラメータの意味を、参考文献[11]に基づき具体的な例を用いて紹介します。

リスクグラフは、危害の程度、暴露の頻度、回避の可能性、危険事象の発生確率について、対象とする製品の危険に関して、順番に検討を行っていく方法であり、製品の詳細について決定されていない設計段階において適用しやすい方法であるといわれています。

参考文献[11]では、リスクグラフ用のリスクパラメータとして、図 5-7 に示すように決められています。表 5-5 には、各パラメータの意味がまとめられています。このパラメータは、機械安全のリスクアセスメントのサンプルとして決められたものであるため、実際に製品に適用する際には、その製品に最適なパラメータとしてより詳細な分類と設定を行うことができます。

対象とする製品について抽出された危険源・危険事象が明確になった後、最初に「危害の重大性」を設定します。危害の程度のリスクパラメータは、S1 か S2 ですが、仮に擦り傷程度の発生が考えられるとすると、軽微な傷害である、ということで S1 が選択されることになります。

次の段階は、「暴露の頻度」です。危険源または危険状況に対して接近する頻度は、どれくらいであるかを見積もります。暴露頻度のリスクパラメータは、F1 か F2 です。めったに近づくことがない、ということであれば、F1 が選択されます。ドライヤーのように、毎日 15 分以上使用する、ということであれば、F2 を選択するべきでしょう。

その次の段階は、人に危害をもたらす事象が発生した場合には、その危害を回避することができるかを決定します。身体能力の高さや、熟練したユーザであれば回避することができるものもあれば、事象が発生するスピードが非常に速く、高度な身体能力を持っていても回避不可能な場合もあると考えられます。ここでは、事象が現れる速度が 0.25m/s 以下であり、所定の条件を満たしていれば回避可能としています。

次に、人に危害を及ぼす事象の発生確率を見積もります。この図では、O1、O2、O3 の3つの基準を設定しています。それぞれのパラメータの意味については、表 5-5 に示すとおりです。危険事象の発生確率は、製品やコンポーネントに、「十分吟味されたコンポーネント」や「十分吟味された安全原則」などを用いて故障を安全側に導くことによって、その発生確率を低減することができると思います。例えば、コンポーネントの故障モードが事前に明らかになっており、常に同じ故障の仕方をするのであれば、それに対して対策を行うことにより危険事象の発生確率を低減することができます。このような場合には、O1 を選択することができます。

ISO14121/ISO13849-1 リスクパラメータ			危険事象の発生確率*注1		
			*RI は 1 から 6		
危害の重大性	暴露頻度	回避の可能性	O1	O2	O3
S1 軽症	F1 稀	A1 可	1	1	2
		A2 不可	1	1	2
	F2 頻繁	A1 可	1	1	2
		A2 不可	1	1	2
S2 重症	F1 稀	A1 可	2	2	3
		A2 不可	2	3	4
	F2 頻繁	A1 可	3	4	5
		A2 不可	4	5	6

図 5-7 リスクグラフ用リスクパラメータ

表 5-5 リスクパラメータの意味

S	S1	軽症、軽微な傷害（通常は回復可能）例えば、こすり傷、傷、挫傷、応急処置を要する軽い傷
	S2	重症、深刻な傷害（通常は回復不可能。致命傷を含む）例えば、肢の粉碎又は引き裂かれる若しくは押しつぶされる、骨折、縫合を必要とする深刻な傷害、筋骨格障害（MST）、致命傷
F	F1	作業シフト（サイクル）あたり 2 回以下又は 15 分以下の暴露
	F2	作業シフト（サイクル）あたり 2 回超又は 15 分超の暴露
* 暴露頻度については、主に「機械的危険源」を対象としている		
O	O1	安全分野で証明され、承認されている成熟した技術（ISO13849-2:2003 参照）
	O2	過去 2 年間で技術的故障が発見されている リスクに気づき、また作業場で 6 ヶ月以上の経験を持つ十分に訓練を受けた人による不適切な人の挙動（人に依存する場合） 過去 10 年以上発生していない類似の事故（類似事故の有無の場合）
	O3	定期的に見られる技術的な故障（6 ヶ月以下毎） 作業場で 6 ヶ月未満の経験を持つ十分に訓練を受けていない人による不適切な人の挙動（人に依存する場合） 過去 10 年間に工場で見られた類似の事故（類似事故の有無の場合）
A	A1	いくつかの条件下で可能 可動部分が 0.25m/s 以下の速度で動く場合、及び被暴露者がリスクに気づいており、また危険状態又は危険事象が迫っていることを認識している。 特定の条件による（温度、騒音、人間工学等）
	A2	不可能

5.2 リスクアセスメントに使用するデータ

5.2.1 危険源・危険状態と典型的な危害予測シナリオ

危険源・危険状態の特定を行うにあたっては、できるだけ様々な状況を想定して、危険源・危険状態を漏れなく抽出することが必要とされます。そのためには、危険な状態のもとに、危害が発生する様々なシナリオを考えることが有効であると考えられますが、1 人の人が考えられる範囲には限界があります。そのため、危険源・危険状態（ハザード）について、すでに整理されている表（ハザードリスト）等を参照して、自分が設計あるいは販売の対象とする製品についての危険源・危険状態を抽出するヒントとすることは、非常に有効な方法であると考えられます。

EC（欧州委員会）では、消費生活用製品のリスクアセスメントガイドラインのドラフト版を作成し公開しています³。その中にハザードリストが含まれており、我が国においてもリスクアセスメントを進める際の参考となる情報であると考えられるため

³ Risk Assessment Guidelines for non-food Consumer Products
http://ec.europa.eu/consumers/ipm/risk_assesment_guidelines_non_food.pdf

紹介します。

ハザード分類	ハザード(製品特性)	典型的な傷害シナリオ	典型的な傷害
サイズ、形状、表面	製品が障害物になる	製品につまずき、床に転倒。または製品にぶつかる。	打撲、骨折
	製品が空気を通さない	口や鼻がふさがれる(子供に多い)。	窒息
	製品が小さな部品を含んでいる	小さな部品を飲み込む、部品が喉につまり気道がふさがれる(子供)。	気道閉塞
	製品の小さな部品をかじり取るおそれ	小さな部品を飲み込む。部品が消化管につまる(子供)。	消化管閉塞
	鋭い角や先端	鋭い角にぶつかる、または飛んでくる鋭利な物体に当たる。これが刺し傷や貫通傷を引き起こす。	刺し傷;失明、目に異物;聴覚障害、耳に異物
	鋭い刃	鋭い刃に触れ、皮膚が裂けたり組織が切断されたりする。	裂傷、切り傷、切断
	滑りやすい表面	滑って床に転倒する。	打撲;骨折
	粗い表面	滑って摩擦および/または擦り傷を引き起こす。	擦り傷
	構成要素間の隙間または開口部	手足または体を開口部に入り、指、腕、首、頭、体または衣服が取れなくなる。重力や運動に起因して傷害が発生する。	圧挫、骨折、切断、絞扼
位置 エネルギー	機械的安定性の低さ	製品が傾き、製品の上にいる人が高所から転落する、または製品のそばにいる人に製品がぶつかる。 電気製品が転倒し、破損する、帯電部をさらす、または付近の表面を加熱しながら作動し続ける。	打撲、脱臼、捻挫、骨折、圧挫、感電、火傷
	機械的強度の低さ	荷重超過で製品が倒壊し、製品の上にいる人が高所から転落する、または製品のそばにいる人に製品がぶつかる。 電気製品が傾く、破損する、帯電部をさらす、または付近の表面を加熱しながら作動し続ける。	打撲、脱臼、骨折、圧挫、感電;火傷
	ユーザーが高所にいる	製品の高い部分に乗った人がバランスを失い、掴める支えがなく、高所から転落する。	打撲、脱臼、骨折、圧挫
	弾性要素またはパネ	張力のかかった弾性要素またはパネが突然はずれ、飛ぶ方向にいた人に製品がぶつかる。	打撲、脱臼、骨折、圧挫
	加圧された液体もしくはガス、または真空	加圧された液体もしくはガスが突然吹き出し、そばにいた人にかかる、または破裂した製品が飛び散る。	脱臼、骨折、圧挫、切り傷(火災および爆発の項も参照)

ハザード分類	ハザード(製品特性)	典型的な傷害シナリオ	典型的な傷害
運動 エネルギー	動いている製品	製品の動く方向にいた人に製品がぶつか る、または製品にひかれる	打撲、捻挫、骨折、圧 挫
	互いに逆方向に動く 部品	揃って動いている可動部品の中に体の一 部が入る；体の一部が挟まって、圧迫され る(圧挫)。	打撲；脱臼；骨折；圧挫
	互いに交叉して動く 部品	部品同士が接近するときに(ハサミの動 き)、可動部品の中に体の一部が入り、体 の一部が可動部品の間に挟まって、圧迫 される(剪断)。	裂傷、切り傷、切断
	回転部品	人の体の一部、髪または衣服が回転部品 に巻き込まれ、これが牽引力を生み出す。	打撲；骨折；裂傷(頭部 の皮膚)、絞扼
	互いに接近した回転 部品	人の体の一部、髪または衣服が回転部品 に引き込まれ、これが牽引力と、体の一部 への圧力を生み出す。	圧挫、骨折、切断、絞 扼
	加速	加速する製品の上にいる人がバランスを 失い、掴む支えがなく、速度を伴って転落 する。	脱臼、骨折、圧挫
	飛来する物体	飛来する物体が人にぶつかり、そのエネ ルギーによっては負傷する。	打撲、脱臼、骨折、圧 挫
	振動	製品を持った人がバランスを失って転倒す る。または振動する製品との長期の接触 が神経疾患、骨関節疾患、脊椎の外傷、 血管障害を引き起こす。	打撲、脱臼、骨折、圧 挫
	騒音	製品に起因する騒音にさらされ、音のレベ ルや距離によっては、耳鳴りや難聴が起こ りうる。	聴覚障害
電気 エネルギー	高電圧 / 低電圧	人が高電圧の製品部分に触れる状態にな り、人が感電し、場合によっては感電死す る。	感電
	発熱	製品が高温になり、それに触れる人が火 傷をするおそれがある。または製品が融解 した粒子、蒸気等を発して、人にかかるお それがある。	火傷、熱傷
	近すぎる帯電部	帯電部間で電気アークまたはスパークが 発生し、火災や強い放射を引き起こすおそ れがある。	目の負傷；火傷、熱傷
極端な温度	裸火	炎の近くにいる人が、衣服に引火後、火傷 をするおそれがある。	火傷、熱傷
	高温の表面	高温の表面に気付かず、それに触れ、火 傷を負う。	火傷
	高温の液体	液体の入った容器をもっている人が液体 の一部をこぼす、液体が皮膚にかかり、熱 傷を起こす。	熱傷
	高温の気温	製品から発せられる高音の気体を吸い込 む；これが肺の火傷を起こす；または高温 の気体への長期の曝露が脱水症を引き起 こす。	火傷
	低温の表面	低温の表面に気付かず、それに触れ、凍 傷を負う。	凍傷

ハザード分類	ハザード(製品特性)	典型的な傷害シナリオ	典型的な傷害
放射線	紫外線、レーザー	皮膚や目が製品の発する放射線にさらされる。	火傷、熱傷、神経疾患、目の障害、皮膚ガン、突然変異
	高強度の電磁場発生源、低周波数または高周波数(マイクロ波)	電磁場発生源の近くにおいて、体(中枢神経系)が被爆する。	神経(脳)の損傷、白血病(子供)
火災および爆発	可燃性物質	人が可燃性物質の近くにおいて、発火源から引火し、これが人への傷害をもたらす。	火傷
	爆発性混合物	人が爆発性混合物の近くにおいて、発火源が爆発を引き起こし、人が衝撃波、燃焼物および/または炎に襲われる。	火傷、熱傷、目の負傷、目に異物、聴覚障害、耳に異物
	発火源	発火源が火災を引き起こし、人が炎で負傷する、または住宅火災で発生したガスで中毒を起こす。	火傷、中毒
	過熱	製品が過熱し、火災、爆発を引き起こす。	火傷、熱傷、目の負傷、目に異物、聴覚障害、耳に異物
毒性	毒性のある個体または液体	製品に含まれる物質を口に入れるなどして摂取する。および/または物質が皮膚に触れる。	急性中毒、炎症、皮膚炎
		個体、液体または催吐物質を吸引する(誤嚥)。	肺の急性中毒(吸飲性肺炎)、感染症
	毒性のある気体、蒸気または塵	製品に含まれる物質を吸入する。および/または物質が皮膚に触れる。	肺の急性中毒、炎症、皮膚炎
	感作性物質	製品に含まれる物質を口に入れるなどして摂取する。および/または物質が皮膚に触れる。および/または人が気体、蒸気または塵を吸入する。	感作、アレルギー反応
	刺激性または腐食性のある個体または液体	製品に含まれる物質を口に入れるなどして摂取する。および/または物質が皮膚に触れるもしくは目に入る。	刺激(炎症)、皮膚炎、火傷、目の負傷、目の異物
	刺激性または腐食性のある気体または蒸気	製品に含まれる物質を吸入する。および/または物質が皮膚に触れるもしくは目に入る。	刺激(炎症)、皮膚炎、火傷、肺または目における急性中毒または腐食作用
	発ガン性・変異原性・生殖毒性(CMR)物質	製品に含まれる物質を口に入れるなどして摂取する。および/または物質が皮膚に触れる。および/または気体、蒸気または塵として物質を吸入する。	ガン、突然変異、生殖毒性

ハザード分類	ハザード(製品特性)	典型的な傷害シナリオ	典型的な傷害
微生物的汚染	微生物的汚染	摂取、吸飲または皮膚接触によって、汚染された物質と接触する。	局所性または全身性感染
製品操作上のハザード	体に良くない姿勢	設計上、製品操作時に体に良くない姿勢をとることを余儀なくされる。	筋違い、筋骨格傷害
	力の出しすぎ	設計上、製品操作時に相当の力を使う必要がある。	捻挫または筋挫傷、筋骨格疾病
	解剖学的不適合性	設計が人体構造に適合化されておらず、操作が困難または不可能。	捻挫または筋挫傷
	人身保護を無視	設計上、保護具を着用して製品の取り扱いまたは操作を行うことが困難。	各種の傷害
	不用意な起動(停止)	製品を容易に起動(停止)でき、不用意な作動につながる。	各種の傷害
	停止不良	人が製品を停止しようとするが、作動の継続が望ましくない状況下で作動し続ける。	各種の傷害
	予期せぬ始動	停電時に製品が停止するが、その後、危険な状態で再始動する。	各種の傷害
	停止不能	緊急事態に際して、製品の作動を停止できない。	各種の傷害
	取り付け不良の部品	部品を取り付けようとするが、あまりにも大きな力が必要で、製品が破損する。または部品の取り付け方がずさんで、使用中に緩んでしまう。	捻挫または筋挫傷、裂傷、打撲、絞扼
	防護機構の不備または不適切に取り付けられた防護機構	危険性のある部品に人の手が届く。	各種の傷害
	不十分な警告文および警告記号	ユーザーが警告文に気付かない、および/または記号を理解しない。	各種の傷害
不十分な警告信号	ユーザーに警告信号(視覚信号または音声信号)が見えない、または聞こえないため、危険な運転を引き起こす。	各種の傷害	

5.2.2 消費生活用製品の危険源・危険状態リスト例

(独)製品評価技術基盤機構(NITE)では、過去に発生した製品事故等を参考として、消費生活用製品の危険源・危険状態のリスト(ハザードリスト)を作成しています。リスクアセスメントのために危険源・危険状態を抽出するにあたって、参考になると考えられますので紹介します。

(1) 消費生活用製品

電氣的な危険源(感電、発煙、発火)

No.	危険源 Hazard	予想される危害
1	製品の活電部に直接接触できる(通常及び故障使用中)	感電
2	釘を抜いた時、製品の活電部に接触する	感電
3	蓋をはずした時、製品の活電部に接触する	感電
4	活電部との絶縁が不十分(通常及び予見できる誤使用)	感電
5	指定より長いビスを誤使用し、活電部に接触する	感電
6	ビス固定深さが不十分で、落下衝撃で、活電部露出	感電
7	静電気現象(人と荷電部分との接触)	感電
8	製品への落雷	感電
9	アース不完全	感電
10	ACコードを引っ掛けて、活電部露出	感電
11	ACコードリード線の半断線	感電、発煙発火
12	ACコードの束ねと容量オーバー使用	発煙発火
13	電源部分の不適切な配線処理	感電、発煙発火
14	半田付け部分クラック(トラッキング)	発煙発火
15	接続端子部分の接触不完全(トラッキング)	発煙発火
16	プラグ接触不完全(トラッキング)	発煙発火
17	プラグ両刃間に埃等の導電物付着(トラッキング)	発煙発火
18	電解液、電池液の高圧パターン部付着(トラッキング)	発煙発火
19	調味料、洗浄液等の残留液の活電部への付着、流れ込み	発煙発火
20	内部配線の噛み込み、リード線の半断線	発煙発火
21	故障部品からの発煙・発火(IC、成形品、ゴム、電子部品等)	発煙発火
22	回路の放電(サージ、スパーク、ラッシュ)	発煙発火
23	圧着端子の不十分なカシメ、	発煙発火

熱的な危険源(火傷)

No.	危険源 Hazard	予想される危害
1	製品からの放射熱による火傷	火傷
2	製品表面の高温部に触れ、火傷	火傷
3	高温状態の部品(ランプ、ヒーター等)に触れる	火傷
4	熱湯による火傷	火傷
5	長時間、肌に触れたための低温火傷	火傷
6	回路の短絡又は過負荷による部品の発熱、溶解	火傷、発煙発火
7	リモコン アルカリ電池逆挿入による電池発熱	火傷・溶融
8	低温部に肌が触れたことによる凍傷	凍傷

機械的な危険源

No.	危険源 Hazard	予想される危害
1	製品形状からくる危険要素	手足損傷
2	シャープエッジ、鋭敏な部分	手足損傷
3	製品の隙間、開口部	手足損傷、切断
4	突起部分、かん合部分、突き刺し又は突き通し	手足損傷
5	製品の転倒に対する安定性	手足損傷
6	積み重ねた包装製品の荷崩れ、開梱作業	手足損傷
7	製品重量に対する安定性	手足損傷
8	床面傾き、天地逆、横倒し、踏み台	手足損傷
9	製品重量と速度(製品の落下衝撃・運動エネルギー)	手足損傷
10	運転時の回転部の加速、減速	手足損傷
11	製品の機械的強度不足	手足損傷
12	製品の中に閉じこめられ窒息(ロック解放装置なし)	窒息
13	バネの弾性	手足、目の損傷
14	先端に尖がった部分がある製品	目の損傷
15	金属製の異物が活電部分に混入	発煙発火
16	製品からの異物飛び出し	手足損傷

製品の落下・転倒

No.	危険源 Hazard	予想される危害
1	製品の転倒に対する安定性(重量と重力の不均衡)	手足損傷
2	つまずき、滑り、はずみで製品を落とす	手足損傷
3	子供が製品の上に乗って、製品が転倒する	手足損傷
4	子供が製品の中へ落下する	手足損傷、溺れ
5	子供が倒れた製品の下敷きになる	手足損傷
6	子供が製品の中に閉じこめられ窒息する	窒息、凍死
7	子供が製品に挟まれる	手足損傷
8	製品(回転中)の重量と運動エネルギー不均衡	製品の勝手移動
9	不安定な土台に製品を置いた場合の転倒	手足損傷
10	異なった製品の積み重ね	手足損傷
11	製品使用中にコンクリート面へ落下(活電部露出、部品破壊)	発煙発火、発熱
12	故障使用、修理ミス、指定外の処理	発煙発火、発熱
13	不適切なカシメ、ヒンジ割れ	傷害

回転部分からくる危険源

No.	危険源 Hazard	予想される危害
1	回転部分に、指、手が接触する。巻き込む。挟み込む。	手足損傷
2	配線の引き込み、捕捉	発煙発火
3	モーターロック、モーター過熱、巻線の絶縁劣化	発煙発火
4	金属製の異物が回転部分に混入	発煙発火

振動・騒音からくる危険源

No.	危険源 Hazard	予想される危害
1	製品から発生する過大な騒音	聴力損傷、頭痛
2	製品から発生する過大な振動が手、腕に伝わる	聴力損傷、頭痛
3	過大な音響、音波、音声、音楽、警報	聴力損傷、頭痛
4	ポップノイズ、クリック音	聴力損傷、頭痛
5	破裂音、爆発音	聴力損傷、頭痛

破裂・爆発の危険源

製品自体に起因する破裂・爆発の危険源、製品が生成するガス、液体、粉塵、蒸気等による破裂・爆発の危険源、又は製品を使用する場所に存在する物質に起因する破裂・爆発の危険源

No.	危険源 Hazard	予想される危害
1	電解コンデンサーの誤植、電解コンデンサー近傍に発熱体	聴力損傷、火傷
2	2次電池使用製品の落下衝撃で液漏れ	火傷、損傷
3	2次電池過充電放置	火傷、損傷
4	ガス漏れ引火	火傷、損傷
5	電池逆接続、逆挿入	爆発、火傷、損傷
6	他熱源の影響(苛燃物に近接、放射熱、反射熱、太陽熱)	爆発、火傷、損傷
7	発熱体近傍に爆発性物質(ガス、液体、粉塵、蒸気等)	爆発、火傷、損傷
8	燃焼機器近傍にスプレー缶放置	爆発、火傷、損傷
9	使用電池の火中投入	火傷、損傷

製品から発生する生物学的・化学的な危険源(廃棄後の毒性含む)

No.	危険源 Hazard	予想される危害
1	使用部品から発生する危険な化学物質	中毒、発病
2	毒性(直接接触、吸い込み、消化)	中毒、発病
3	金属さび、重金属溶質(廃棄後の毒性)	中毒、発病
4	アレルギー物質	中毒、発病
5	発がん物質	中毒、発病
6	塗料、添加剤(廃棄後の毒性)	中毒、発病
7	ROHS指令等、法規制で禁止された有害物質の使用	中毒、発病
8	加熱した時に製品から発生するテフロン系有害物質	中毒、発病
9	製品を構成する部品材料から発生するホルマリン	中毒、発病
10	部品の発煙(IC, ゴム、リード線、成型品)	中毒、発病
11	生物学的危険源	中毒、発病
12	微生物学原因(カビ、バクテリア、雑菌、毒素等)	中毒、発病
13	ゴキブリ、ネズミ等の製品への影響	発煙、発火
14	印刷物、包装箱に使用の印刷インキ、溶剤の毒性	中毒、発病
15	材料・部品の長期間使用による劣化(ゴムホース等)	中毒、発煙発火
16	環境ストレス(化学的、機械的)による変形、クラック	発煙発火、傷害
17	密閉使用、汚れ、塵、埃付着による一酸化水素発生	中毒、死亡

製品の使用環境からくる危険源

No.	危険源 Hazard	予想される危害
1	使用部品の経年劣化 変形・割れ(金属疲労)・脆化	発煙発火、傷害
2	禁止事項無視	-
3	・改造使用	感電、発煙発火
4	・定格外使用(電源電圧、周波数等)	感電、発煙発火
5	・業務用に転用し連続使用する(他目的使用)	異常劣化、発煙発火
6	・風呂場、水場での製品使用	感電、発煙発火
7	子供が浴槽、洗濯機などに落ちて、溺れる	溺れ、傷害、窒息
8	異常温度、湿度、凍結、強風、雪等の環境で使用	感電、発煙発火、傷害
9	子供が分解部品を飲み込む	窒息
10	電池を子供が飲み込む(ボタン電池の飲み込み)	窒息
11	子供がプラスチック袋をかぶり、窒息する	窒息
12	夏の直射日光下の車中に製品放置	熱変形
13	高圧流体の注入又は噴出	傷害
14	地震による製品倒壊	傷害

放射線及び電磁両立性(EMC)に起因する危険源

No.	危険源 Hazard	予想される危害
1	製品からの潜在有害放射線の照射	傷害、火傷
2	不注意なレーザー照射	視力傷害、失明
3	紫外線	視力傷害、失明
4	X線	傷害、火傷
5	電子・イオンビーム等	傷害、火傷

-	電磁感受性 - 製品マイコン部の誤動作	-
1	・勝手起動、勝手停止	傷害、火災
2	・暴走	傷害、火災
3	・フリーズ	傷害、火災
4	・異常表示	傷害、火災
5	電源の断続、揺らぎによる誤動作	傷害、火災
6	他製品への電磁妨害の影響	他製品の誤動作
7	電磁波(低域、無線周波数、マイクロウェーブ)	傷害、火傷

人間工学を無視した設計による危険源

No.	危険源 Hazard	予想される危害
1	無理な姿勢での操作による肉体的な負担	傷害、健康被害
2	制御操作部分の不適切な設計、配置、操作	傷害、健康被害
3	不適切な形状により使用時に危害発生	傷害、健康被害
4	目詰まり、排気口位置	傷害、健康被害
5	つまみ出っ張り部に引っ掛かり勝手点火	傷害・火災
6	つまみ出っ張り部に、引っ掛かり	子供窒息
7	製品の左右形状・重量不均衡	傷害、健康被害
8	V字形で入口に比べ出口が細く、挟まる	傷害、健康被害

(2) ガス機器

製品の使用環境からくる爆発の危険源(ガス漏れ、CO中毒)

No.	危険源の内容	予想される危害
1	ガス器具からガス漏れし、引火、爆発	ガス漏れ、引火、爆発
2	ガス器具の周辺からガス漏れし、引火、爆発	ガス漏れ、引火、爆発
3	ガス器具栓の閉め忘れ、不完全閉止、立ち消え	ガス漏れ、引火、爆発
4	ゴム管の接続具の抜け・はずれ・穴あき	ガス漏れ、引火、爆発
5	ガス器具接続部品の経年劣化・割れ・腐食	ガス漏れ、引火、爆発
6	ガス器具接続用ゴム管の損傷	ガス漏れ、引火、爆発
7	破損箇所から漏洩したガスが室内に滞留	ガス漏れ、引火、爆発
8	ガス器具の点火ミス、立ち消え	ガス漏れ、引火、爆発
9	ガス機器の近傍の紙類、堆積油脂が燃える	引火
10	地震時にガス器具の使用を継続する	ガス漏れ、引火、爆発
11	ガス器具の改造使用・定格外使用	ガス漏れ、引火、爆発
12	業務用に転用し、連続使用(目的外使用)	ガス漏れ、引火、爆発
13	火災予防のための壁との隔離距離(防熱板)	引火、爆発
14	燃焼中のガス器具近傍にスプレー缶放置	引火、爆発
15	近接他熱源の影響(放射熱、反射熱、太陽熱)	引火、爆発
16	給気筒、排気筒の腐食、損傷、外れ、閉塞	CO中毒
17	風圧の影響で排気筒に燃焼排ガスが滞留	CO中毒
18	部屋閉めっぱなしで窓も開けないで器具使用	CO中毒
19	換気扇を回さずに湯沸器使用(空気汚染)	CO中毒
20	湯沸器のホース継ぎ足し使用で室内酸素欠乏	CO中毒
21	不完全燃焼装置ONを解除し、再点火使用	CO中毒
22	空気の吸気口周辺が塞がっている(酸素不足)	CO中毒
23	古いガス器具を、点検なしにそのまま使う	CO中毒
24	ゴムホース等の長期間使用による劣化、割れ	CO中毒
25	三つ又継手、異径継手使用で、ゴム管はずれ	CO中毒
26	フレキガス栓側が半開きで、閉栓されていない	CO中毒

製品から発生する生物学的・化学的な危険源(廃棄後の毒性含む)

No.	危険源の内容	予想される危害
1	使用ガスの毒性(直接接触、漏洩ガスの吸い込み)	CO中毒
2	ガス器具の金属さび、重金属溶質(廃棄後の毒性)	中毒、発病
3	塗料、添加剤(製品廃棄後の毒性)	中毒、発病
4	ROHS指令等法規制で禁止された有害物質の使用	中毒、発病
5	ガス器具内部からの発煙(ゴム、基板、成型品等)	発煙、発火
6	カビ、バクテリア、雑菌、毒素等の微生物学原因	中毒、発病
7	ゴキブリ、ネズミ等のガス器具電装部への影響	発煙、発火
8	環境ストレス(高温、機械的)による熱変形、クラック	発煙、発火

熱源による危険源（火傷）

No.	危険源の内容	予想される危害
1	ガス器具からの放射熱による火傷	火傷
2	ガス器具表面の高温部に触れ、火傷	火傷
3	沸かした熱湯が直接にかかる	火傷
4	沸かした風呂の湯の表面温度が熱すぎる	火傷

機械的な危険源

No.	危険源の内容	予想される危害
1	ガス器具の形状からくる危険要素	手足の損傷
2	シャープエッジ、鋭敏な部分	手足の損傷
3	ガス器具の隙間、開口部に挟まれる	手足の損傷
4	ガス器具の突起部分、かん合部分、突き刺し	手足の損傷
5	ガス器具の転倒に対する安定性	手足の損傷
6	ガス器具の重量に対する安定性	手足の損傷
7	床面傾き、天地逆、横倒し、踏み台	手足の損傷
8	ガス器具の機械的強度不足	手足の損傷

製品の落下・転倒

No.	危険源の内容	予想される危害
1	ガス器具の設置安定性(重量と設置場所の不均衡)	手足の損傷
2	つまずき、滑り、はずみでガス器具を落とす	手足の損傷
3	ガス器具に子供が挟まれる	手足の損傷
4	落下衝撃でガス器具の破損	手足の損傷

人間工学を無視した設計による危険源

No.	危険源の内容	予想される危害
1	無理な姿勢での操作による肉体的な負担	傷害、健康被害
2	制御操作部分の不適切な設計、配置、操作	傷害、健康被害
3	不適切な形状により使用時に危害発生	傷害、健康被害
4	ガス器具の目詰まり、排気口の位置	傷害、健康被害
5	つまみ出っ張り部に引っ掛かり、勝手点火	傷害、火災

ガス器具電装部の危険源(感電、発煙、発火)

No.	危険源の内容	予想される危害
1	電装部活電部に直接接触(通常及び故障使用中)	感電
2	釘を抜いた時、電装部活電部に接触する	感電
3	蓋をはずした時、電装部活電部に接触する	感電
4	電装部活電部の絶縁不足	感電
5	指定以外の長いビスを使用し、活電部に接触	感電
6	ビス固定深さが不十分で、落下衝撃で活電部露出	感電
7	静電気現象(人と荷電部分との接触)	感電
8	ACコードリード線の半断線、活電部露出	感電、発煙、発火
9	ACコードの束ねと容量オーバー使用	発煙、発火
10	ACプラグ両刃間に埃等の導電物付着(トラッキング)	発煙、発火
11	電装部内部配線の噛み込み、リード線の半断線	発煙、発火
12	電装部圧着端子類の不十分なカシメ、	発煙、発火
13	故障部品の発煙(IC、成形品、ゴム、電子部品等)	発煙

電磁両立性(EMC)に起因する危険源 電磁感受性:

ガス器具マイコン部の(リモコン含む)誤動作

No.	危険源の内容	予想される危害
1	勝手起動、勝手停止	傷害、火災
2	暴走	傷害、火災
3	フリーズ(動作停止)	傷害、火災
4	異常表示	傷害、火災
5	電源の断続、揺らぎによる誤動作	傷害、火災
6	他製品への電磁妨害の影響	他製品の誤動作
7	電磁波(低域、無線周波数、マイクロウエーブ)	傷害、火災
8	故障ガス器具の使用、修理ミス、指定外の処理	傷害、火災

5.2.3 機械に関する危険源リストと基準値

製品の製造に利用される工場の機械設備は、消費生活用製品に比較すると危険性の高いものが多いため、安全性確保に関する国際標準の作成は先行して行われています。

機械安全に関する全ての基本とされる国際標準である ISO 12100⁴では、機械にとって引き起こされる可能性のある危険源・危険状態(ハザード)について規定されています。また、危険源の例については、ISO 14121⁵の付属書でも示されています。

消費生活用製品に比べると、より高い危険性が想定された製品の危険源であるため、消費生活用製品では適用されない危険源も含まれていると考えられますが、高い危険性を想定して作成されているものだけに、より安全側の評価を行うためには参考になると考えられるため紹介します。

⁴ ISO 12100-1:2003 Safety of machinery -- Basic concepts, general principles for design -- Part 1: Basic terminology, methodology (機械の安全性 - 基本概念, 設計の一般原則 - 第1部: 基本用語, 方法論) ISO 12100-2:2003 Safety of machinery -- Basic concepts, general principles for design -- Part 2: Technical principles (機械の安全性 - 基本概念, 設計の一般原則 - 第2部: 技術原則)

⁵ ISO 14121-1:2007 Safety of machinery -- Risk assessment -- Part 1: Principles (機械の安全性 - リスクアセスメント - 第1部: 原則) ISO/TR 14121-2:2007 Safety of machinery -- Risk assessment -- Part 2: Practical guidance and examples of methods (機械の安全性 - リスクアセスメント - 第2部: 実践の手引及び方法の例)

表 5-6 危険源

危険源	性質等
機械的危険源	可動する機械と直接人が接触すること、機械や装置に巻き込まれる、又ははさまれるなどの結果として生じる危険源。
電氣的危険源	電気に起因する危険源であり、次のような原因により危害を生じる可能性がある。 <ul style="list-style-type: none"> ・直接接触（充電部との接触、正常な運転時に加電圧される導体又は導電性部分） ・間接接触（不具合状態のとき、特に絶縁不良の結果として、充電状態になる部分） ・充電部への、特に高電圧領域への人の接近 ・合理的に予見可能な使用条件下の不適切な絶縁 ・帯電部への人の接触等による静電気現象 ・熱放射 ・短絡若しくは過負荷に起因する化学的影響のような又は溶融物の放出のような現象 ・感電によって驚いた結果、人の墜落（又は感電した人からの落下物）を引き起こす可能性がある。
熱的危険源	人間が接触する表面の異常な温度（高低）により生じる危険源。 <ul style="list-style-type: none"> ・極端な温度の物体又は材料との接触による、火災又は爆発及び熱源からの放射熱によるやけど及び熱傷 ・高温作業環境又は低温作業環境で生じる健康障害
騒音による危険源	機械から発生する騒音により、次のような結果を引き起こす危険源。 <ul style="list-style-type: none"> ・永久的な聴力の喪失 ・耳鳴り ・疲労、ストレス ・平衡感覚の喪失又は意識喪失のようなその他の影響 ・口頭伝達又は音響信号知覚への妨害
振動による危険源	長い時間の低振幅又は短い時間の強烈な振幅により、次のような危害を生じる危険源。 <ul style="list-style-type: none"> ・重大な不調（背骨の外傷及び腰痛） ・全身の振動による強い不快感 ・手及び/又は腕の振動による白ろう（蠟）障害のような血管障害、神経学的障害、骨・関節障害
放射による危険源	次のような種類の放射により生じる危険源であり、短時間で影響が現れる場合、又は長期間を経て影響がでる場合もある。 <ul style="list-style-type: none"> ・電磁フィールド（例えば、低周波、ラジオ周波数、マイクロ波域における） ・赤外線、可視光線、紫外線 ・レーザ放射 ・X線及びγ線 ・α線、β線、電子ビーム又はイオンビーム、中性子
材料及び物質による危険源	機械の運転に関連した材料や汚染物、又は機械から放出される材料、製品、汚染物と接触することにより生じる次のような危険源。 <ul style="list-style-type: none"> ・例えば、有害性、毒性、腐食性、はい（胚）子奇形発生性、発がん（癌）性、変異誘発性及び刺激性をもつ流体、ガス、ミスト、煙、繊維、粉じん、並びにエアゾルを吸飲すること、皮膚、目及び粘膜に接触すること又は吸入することにより起因する危険源 ・生物（例えば、かび）及び微生物（ウイルス又は細菌）による危険源、など
機械設計時における人間工学原則の無視による危険源	機械の性質と人間の能力のミスマッチから生じる次のような危険源。 <ul style="list-style-type: none"> ・不自然な姿勢、過剰又は繰り返しの負担による生理的影響（例えば、筋・骨格障害） ・機械の“意図する使用”の制限内で運転、監視又は保全する場合に生じる精神的過大若しくは過小負担、又はストレスによる心理・生理的な影響 ・ヒューマンエラー
滑り、つまずき及び墜落の危険源	床面や通路、手すりなど不適切な状態、設定、設置により生じる危険源。
危険源の組み合わせ	上に掲げた危険源が様々組み合わせられることにより生じる危険源。個々には取るに足らないと思われても重大な結果を生じる恐れがある。

表 5-7 危険源 基準値 大きさ・形状等

危険源	基準値 - 大きさ形状等 (参考)																																																																					
機械的危険源	規格の要求事項 (参考基準) 75N、150N (適切な保護装置がある場合) 痛覚耐性値 (参考基準) 平均値: 65N ~ 146N、最小値: 13N ~ 46N * 定義条件: 安全を保証することができる空間範囲 安衛法 80kW、1m/s (ロボット) ISO10218 (ロボット) 250mm/s (安全速度)																																																																					
電氣的危険源	IEC60204 - 1 参照																																																																					
熱的危険源	接触時間限界値 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>材料</th> <th>10 分未満</th> <th>8 時間未満</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>無被覆金属</td> <td>48</td> <td>43</td> </tr> <tr> <td>被覆金属</td> <td>48</td> <td>43</td> </tr> <tr> <td>セラミック、ガラス 及び石材</td> <td>48</td> <td>43</td> </tr> <tr> <td>プラスチック</td> <td>48</td> <td>43</td> </tr> <tr> <td>木材</td> <td>48</td> <td>43</td> </tr> </tbody> </table>						材料	10 分未満	8 時間未満	無被覆金属	48	43	被覆金属	48	43	セラミック、ガラス 及び石材	48	43	プラスチック	48	43	木材	48	43																																														
材料	10 分未満	8 時間未満																																																																				
無被覆金属	48	43																																																																				
被覆金属	48	43																																																																				
セラミック、ガラス 及び石材	48	43																																																																				
プラスチック	48	43																																																																				
木材	48	43																																																																				
騒音による危険源	工場等環境確保条例 / 第 4 種区域 (東京都) 60dB (6 時 ~ 8 時) 70dB (8 時 ~ 19 時) 60dB (19 時 ~ 23 時) 55dB (23 時 ~ 6 時) * 第 4 種区域: 主として工業等の用に供されている区域であつて、その区域内の住民の生活環境を悪化させないため、著しい騒音の発生を防止する必要がある区域 騒音障害防止のためのガイドライン (1) 作業環境測定を実施している場合 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th>管理区分</th> <th>リスク</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>第 3 管理区分</td> <td>高</td> </tr> <tr> <td>第 2 管理区分</td> <td>中</td> </tr> <tr> <td>第 1 管理区分</td> <td>低</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th>測定値</th> <th>管理区分</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>90dB 以上</td> <td>第 3 管理区分</td> </tr> <tr> <td>85dB ~ 90dB</td> <td>第 2 管理区分</td> </tr> <tr> <td>85dB</td> <td>第 1 管理区分</td> </tr> </tbody> </table> (2) 作業環境測定を実施していない場合 有害性のレベル <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th>有害性のレベル</th> <th>騒音レベル (平均特性)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>90dB 以上</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td>90dB 未満 85dB 以上</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td>85dB 未満 80dB 以上</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td>80dB 未満</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th></th> <th>8 時間以上</th> <th>8 時間未満 4 時間以上</th> <th>4 時間未満 2 時間半以上</th> <th>2 時間半未満 1 時間以上</th> <th>1 時間未満</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td colspan="5" style="text-align: center;">高</td> </tr> <tr> <td>B</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">高</td> <td style="text-align: center;">中</td> <td style="text-align: center;">低</td> </tr> <tr> <td>C</td> <td style="text-align: center;">高</td> <td style="text-align: center;">中</td> <td colspan="3" style="text-align: center;">低</td> </tr> <tr> <td>D</td> <td colspan="5" style="text-align: center;">低</td> </tr> </tbody> </table> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; margin-top: 10px;"> <thead> <tr> <th>リスク</th> <th>優先度</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>高</td> <td>直ちに対応すべきリスクがある</td> </tr> <tr> <td>中</td> <td>速やかに対応すべきリスクがある</td> </tr> <tr> <td>低</td> <td>必要に応じてリスク低減措置を実施すべきリスクがある</td> </tr> </tbody> </table>						管理区分	リスク	第 3 管理区分	高	第 2 管理区分	中	第 1 管理区分	低	測定値	管理区分	90dB 以上	第 3 管理区分	85dB ~ 90dB	第 2 管理区分	85dB	第 1 管理区分	有害性のレベル	騒音レベル (平均特性)	A	90dB 以上	B	90dB 未満 85dB 以上	C	85dB 未満 80dB 以上	D	80dB 未満		8 時間以上	8 時間未満 4 時間以上	4 時間未満 2 時間半以上	2 時間半未満 1 時間以上	1 時間未満	A	高					B	高			中	低	C	高	中	低			D	低					リスク	優先度	高	直ちに対応すべきリスクがある	中	速やかに対応すべきリスクがある	低	必要に応じてリスク低減措置を実施すべきリスクがある
管理区分	リスク																																																																					
第 3 管理区分	高																																																																					
第 2 管理区分	中																																																																					
第 1 管理区分	低																																																																					
測定値	管理区分																																																																					
90dB 以上	第 3 管理区分																																																																					
85dB ~ 90dB	第 2 管理区分																																																																					
85dB	第 1 管理区分																																																																					
有害性のレベル	騒音レベル (平均特性)																																																																					
A	90dB 以上																																																																					
B	90dB 未満 85dB 以上																																																																					
C	85dB 未満 80dB 以上																																																																					
D	80dB 未満																																																																					
	8 時間以上	8 時間未満 4 時間以上	4 時間未満 2 時間半以上	2 時間半未満 1 時間以上	1 時間未満																																																																	
A	高																																																																					
B	高			中	低																																																																	
C	高	中	低																																																																			
D	低																																																																					
リスク	優先度																																																																					
高	直ちに対応すべきリスクがある																																																																					
中	速やかに対応すべきリスクがある																																																																					
低	必要に応じてリスク低減措置を実施すべきリスクがある																																																																					

危険源	基準値 - 大きさ形状等 (参考)																																							
	管理区分	対策																																						
	第 I 管理区分	第 I 管理区分に区分された場所については、当該場所における作業環境の継続的維持に努めること。																																						
	第 II 管理区分	(1)第 II 管理区分に区分された場所については、当該場所を標識によって明示する等の措置を講ずること。 (2)施設、設備、作業工程又は作業方法の点検を行い、その結果に基づき、施設又は設備の設置又は整備、作業工程又は作業方法の改善その他作業環境を改善するため必要な措置を講じ、当該場所の管理区分が第 I 管理区分となるよう努めること。 (3)騒音作業に従事する労働者に対し、必要に応じ、防音保護具を使用させること。																																						
	第 III 管理区分	(1)第 III 管理区分に区分された場所については、当該場所を標識によって明示する等の措置を講ずること。 (2)施設、設備、作業工程又は作業方法の点検を行い、その結果に基づき、施設又は設備の設置又は整備、作業工程又は作業方法の改善その他作業環境を改善するため必要な措置を講じ、当該場所の管理区分が第 I 管理区分又は第 II 管理区分となるようにすること。 なお、作業環境を改善するための措置を講じたときは、その効果を確認するため、当該場所について作業環境測定を行い、その結果の評価を行うこと。 (3)騒音作業に従事する労働者に防音保護具を使用させるとともに、防音保護具の使用について、作業中の労働者の見やすい場所に掲示すること。																																						
	単体機械 80dB (EU 規制 / 機械から放出される騒音) ISO1999 騒音性聴力障害 LAeg,24h = 70dB (A) 以下 (長期的な暴露であっても聴力障害には至らない) 衝撃音のピーク音圧: 140dB 以下 (成人) 120dB 以下 (小児) * LAeg,T : A 特性補正した音の T 時間の平均エネルギーに等価な定常音のレベル																																							
振動による危険源	環境確保条例 / 第 2 種区域 (東京都) 65dB (8 時 ~ 20 時) 60dB (20 時以降)																																							
放射による危険源	放射線の分類 (周波数別) <table border="1" data-bbox="432 1144 1299 1447"> <thead> <tr> <th>性質</th> <th>タイプ</th> <th>周波数 / 波長 / エネルギー</th> <th>特徴</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>電場及び磁場 電磁波 光放射 光放射 光放射</td> <td>極超長波及び長波 無線周波 赤外線 可視光 紫外線</td> <td>$0 < f < 30\text{kHz}$ $30\text{kHz} < f < 300\text{GHz}$ $1\text{mm} > \lambda > 780\text{nm}$ $780\text{nm} > \lambda > 380\text{nm}$ $380\text{nm} > \lambda > 100\text{nm}$</td> <td>非電離放射線</td> </tr> <tr> <td>粒子</td> <td>X線、 線、 線、電子 中性子 ほか</td> <td>$< 100\text{nm}, W > 12\text{eV}$ $W > 12\text{eV}$</td> <td>電離放射線</td> </tr> </tbody> </table> <p>f=周波数、λ=波長、W=量子 / 粒子エネルギー</p> <p>放射線放出レベルによる分類</p> <table border="1" data-bbox="432 1518 1356 1951"> <thead> <tr> <th>種別</th> <th>内容</th> <th>被爆者</th> <th>一日当たりの被爆時間</th> <th>制限と保護策</th> <th>情報と訓練</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>公共の場所で 1 日あたり 24 時間まで使用できる機械</td> <td>一般人 (成人、子供、知らされていない人など)</td> <td>24 時間</td> <td>制限なし</td> <td>情報は必要としない</td> </tr> <tr> <td>1</td> <td>放射線放出種別 0 のレベルを超えるが通常の作業日に任意の作業者により使用される機械</td> <td>作業員、全作業員 (知らされていない成人)</td> <td>8 時間</td> <td>接近の制限あるいは保護策が必要</td> <td>危害、危険及び二次的影響に関する情報</td> </tr> <tr> <td>2</td> <td>放射線放出が種別 1 のレベルを超える機械</td> <td>知識を持つ責任ある訓練を受けた人のみ</td> <td>放出レベルによる</td> <td>特別な制限と保護策が必須</td> <td>危害、危険と二次的影響に関する情報、訓練が必要</td> </tr> </tbody> </table>				性質	タイプ	周波数 / 波長 / エネルギー	特徴	電場及び磁場 電磁波 光放射 光放射 光放射	極超長波及び長波 無線周波 赤外線 可視光 紫外線	$0 < f < 30\text{kHz}$ $30\text{kHz} < f < 300\text{GHz}$ $1\text{mm} > \lambda > 780\text{nm}$ $780\text{nm} > \lambda > 380\text{nm}$ $380\text{nm} > \lambda > 100\text{nm}$	非電離放射線	粒子	X線、 線、 線、電子 中性子 ほか	$< 100\text{nm}, W > 12\text{eV}$ $W > 12\text{eV}$	電離放射線	種別	内容	被爆者	一日当たりの被爆時間	制限と保護策	情報と訓練	0	公共の場所で 1 日あたり 24 時間まで使用できる機械	一般人 (成人、子供、知らされていない人など)	24 時間	制限なし	情報は必要としない	1	放射線放出種別 0 のレベルを超えるが通常の作業日に任意の作業者により使用される機械	作業員、全作業員 (知らされていない成人)	8 時間	接近の制限あるいは保護策が必要	危害、危険及び二次的影響に関する情報	2	放射線放出が種別 1 のレベルを超える機械	知識を持つ責任ある訓練を受けた人のみ	放出レベルによる	特別な制限と保護策が必須	危害、危険と二次的影響に関する情報、訓練が必要
性質	タイプ	周波数 / 波長 / エネルギー	特徴																																					
電場及び磁場 電磁波 光放射 光放射 光放射	極超長波及び長波 無線周波 赤外線 可視光 紫外線	$0 < f < 30\text{kHz}$ $30\text{kHz} < f < 300\text{GHz}$ $1\text{mm} > \lambda > 780\text{nm}$ $780\text{nm} > \lambda > 380\text{nm}$ $380\text{nm} > \lambda > 100\text{nm}$	非電離放射線																																					
粒子	X線、 線、 線、電子 中性子 ほか	$< 100\text{nm}, W > 12\text{eV}$ $W > 12\text{eV}$	電離放射線																																					
種別	内容	被爆者	一日当たりの被爆時間	制限と保護策	情報と訓練																																			
0	公共の場所で 1 日あたり 24 時間まで使用できる機械	一般人 (成人、子供、知らされていない人など)	24 時間	制限なし	情報は必要としない																																			
1	放射線放出種別 0 のレベルを超えるが通常の作業日に任意の作業者により使用される機械	作業員、全作業員 (知らされていない成人)	8 時間	接近の制限あるいは保護策が必要	危害、危険及び二次的影響に関する情報																																			
2	放射線放出が種別 1 のレベルを超える機械	知識を持つ責任ある訓練を受けた人のみ	放出レベルによる	特別な制限と保護策が必須	危害、危険と二次的影響に関する情報、訓練が必要																																			

危険源	基準値 - 大きさ形状等 (参考)																								
材料及び物質による危険源	MSDS																								
機械設計時における人間工学原則の無視による危険源	<p>重量物の人手による取扱</p> <p>(1)重量 3kg 以上の場合 補助具の準備の検討 補助具の寸法等：フック直径：20mm~40mm、深さ：125mm 以上、形状：円形又は楕円形 移動距離：2m 未満 専用の補助具を準備する 寸法：幅 600mm×奥行 500mm (最大値) 高さ視界が確保できる高さ 作業姿勢：無理な姿勢は避ける 高頻度の作業の繰り返しは避ける</p> <p>(2)最大重量 25kg の場合の補足事項 最大水平移動距離：250mm</p> <p>視認性 機械及び/又はそのガードの設計上の特性によって明るさが十分でない場合、作業区域及び調整・設定区域、頻度の多い保全区域の照明用として機械上又は機械の中に照明を備えること。 点滅、げん光、影及びストロボ効果の影響は、それによってリスクを生じるおそれがある場合、回避しなければならない。 照明源の位置又は照明源自体を調整しなければならない場合、その位置が調整者にとってリスクとなってはならない</p> <p>手動制御機器の選択及び配置</p> <p>(1)色彩 非常：赤 異常：黄 正常：緑 強制：青</p> <p>(2)要求事項 手動制御器は明りょう(瞭)に視認可能で、かつ識別可能であり、必要に応じて適切に表示されている。 手動制御器は、ちゅうちよすることなく、素早く、かつあいまいさがなく安全に操作できる(例えば、標準化した手動制御器の配置により、オペレータがある機械から、同じ運転パターンを有した類似の機械に移動したとき、誤操作する可能性を低減できる) 手動制御器の位置(押しボタンに対して)及び動き(レバー及び丸ハンドルに対して)は、その操作の結果と符合する。 手動制御器の操作により追加的なリスクを生じない。</p> <p>精神的疲労</p> <table border="1" data-bbox="432 1167 1355 1480"> <thead> <tr> <th rowspan="2"></th> <th colspan="4">精神的作業負荷による減退効果別の解決策</th> </tr> <tr> <th>疲労</th> <th>単調感</th> <th>注意力の低下</th> <th>心的飽和</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>業務における対策</td> <td>業務配分、時間分割への注意</td> <td>業務配分、多様性</td> <td>注意の連続を避ける</td> <td>小目標を与える職務充実</td> </tr> <tr> <td>作業装置における対策</td> <td>あいまいさのない情報提示</td> <td>機械ペースの作業を避ける 信号提示のモードを変更する</td> <td>信号の見易さ</td> <td>業務達成に関して個人のやり方で行う機会を与える</td> </tr> <tr> <td>作業環境における対策</td> <td>証明</td> <td>温度、色</td> <td>変化のない聴覚刺激を避ける</td> <td>変化のない環境状態を避ける 変化を与える</td> </tr> </tbody> </table>		精神的作業負荷による減退効果別の解決策				疲労	単調感	注意力の低下	心的飽和	業務における対策	業務配分、時間分割への注意	業務配分、多様性	注意の連続を避ける	小目標を与える職務充実	作業装置における対策	あいまいさのない情報提示	機械ペースの作業を避ける 信号提示のモードを変更する	信号の見易さ	業務達成に関して個人のやり方で行う機会を与える	作業環境における対策	証明	温度、色	変化のない聴覚刺激を避ける	変化のない環境状態を避ける 変化を与える
	精神的作業負荷による減退効果別の解決策																								
	疲労	単調感	注意力の低下	心的飽和																					
業務における対策	業務配分、時間分割への注意	業務配分、多様性	注意の連続を避ける	小目標を与える職務充実																					
作業装置における対策	あいまいさのない情報提示	機械ペースの作業を避ける 信号提示のモードを変更する	信号の見易さ	業務達成に関して個人のやり方で行う機会を与える																					
作業環境における対策	証明	温度、色	変化のない聴覚刺激を避ける	変化のない環境状態を避ける 変化を与える																					
滑り、つまずき及び墜落の危険源	<p>つまずき防止：スロープの設置および角度 20° すべり防止(作業用プラットフォーム及び通路)</p> <p>(1)構造及び材質 十分な剛性及び安定性を確保するための寸法及び構成品(取付金具、連結具、支え及び基礎を含む。)の選択。 環境上の影響(例えば、天候、化学薬品、腐食性気体など)に対する全部品の抵抗性。 例えば、耐腐食材料又は適切なコーティングを用いる。 水がたまらないような構造部材の配置。例えば、結合部など。 電食作用又は温度膨張差を小さくするような材料の使用。 通路及び作業用プラットフォームの寸法は、利用可能な人体測定データに従う。参考 EN 547-1 及び EN 547-3。 作業用プラットフォーム及び通路は、落下物に起因する危険源を防止するように設計・製造されなければならない。</p> <p>(2)位置 通路及び作業用プラットフォームは、有害な材料又は化学物質の放出及び滑りを引き起こしやすい材料がたい積されるような場所から、できる限り遠くに離して配置する。 作業用プラットフォームは、人が人間工学的な位置で作業できるように設置されなければならない。できれば作業位置高さは作業用プラットフォームの床上 500~1700 mm の間が望ましい。</p>																								

危険源	基準値 - 大きさ形状等 (参考)
	墜落防止 JIS B 9713-1 第1部：高低差のある2 か所間の固定された昇降設備の選択 JIS B 9713-2 第2部：作業用プラットフォーム及び通路 JIS B 9713-3 第3部：階段、段ばしご及び防護さく(柵) JIS B 9713-4 第4部：固定はしご
危険源の組み合わせ	

6. リスクアセスメント事例

6.1 製造事業者におけるリスクアセスメント事例

ここでは、リスクアセスメントを実施するにあたって、具体的な実施のイメージを抱いていた
ために、国内の製造事業者において実際にリスクアセスメントを実施している事例につ
いて紹介します。

それぞれの事例については、以下の項目を表示していますので、参考としてください。

- 適用製品
- リスクアセスメントのステップ

各事例は、ほとんどの場合、リスクアセスメントを構成するステップの一部に着目して紹介してい
ます。その事例が、予見可能な誤使用の明確化、危険源・危険状態の同定、リスクの見積・評価、リ
スクの低減の、どのステップを実施したものを示しています。

- 製品開発のタイプ

リスクアセスメントの方法は、適用する製品の仕様や特性によって、適切な方法は変わってく
と考えられます。ここでは、製品開発のタイプを以下の3つのタイプに分けて、リスクアセスメントの
事例を紹介しています。

タイプ A

新規製品の開発、もしくは新たな機能の組み合わせによる製品の開発におけるリスクアセスメント

タイプ B

従来の製品をベースに機能等を追加した製品の開発におけるリスクアセスメント

タイプ C

発生エネルギーが少なく、ライフサイクルも短い製品におけるリスクアセスメント

6.1.1 危害の発生メカニズム分析から始めるリスクアセスメント例

- 事例 電気製品
- リスクアセスメントのステップ 危険源・危険状態の同定、リスクの見積・評価
リスクの低減
- 製品開発のタイプ タイプ B
- 製品開発のステップ 企画、設計

リスクアセスメントに、PSPTA(Product Safety Potential Analysis)⁶と R-MAP を適用した事例を示します。R-Map の詳細な内容については、参考文献[12]を参照してください。

PSPTA では、予想される危害について、それが発生するメカニズムをエネルギーの流れに従って論理記号で表現します。また、メカニズムを構成する要素は、スリーステップメソッドの区分に従った列に配置することになっています。これにより、対象とする危害を発生しないようにするためには、スリーステップメソッドのどの段階の対策を行えばよいか、非常にわかりやすく整理されることとなります。

また、最終的なリスクの評価は、危害の重大性と発生頻度で求められますので、それを R-Map で評価することでリスクの評価を行うことができます。

この方法は、危害発生メカニズムを分析することからスタートするため、そのメカニズムに関して技術的な検討が行われていなかったり、知見の蓄積ができていない状態から始めることは、難しい点もあると思われます。どちらかというと、従来から製品化の実績があり、発生する危害についても、ある程度予想ができる製品に関して適用することが向いていると言えます。つまり、前述した製品開発のタイプで言えば、タイプ B の製品になります。

危害の設定

- ここでは、基板端子の取り付け作業の不良により、機器から発火して火災に至るといった危害を設定しています。最終的な危害は、「建屋火災」です。
- この危害のリスクは、図の左下の R - Map では、発生頻度が「-4」(10^{-4} 件/台・年)で、危害の重大性は「IV」となり、リスクとしては最も大きい「A3」と評価されません。
- 危害の発生頻度については、 10^{-n} 件/台・年で表現しており、データがあるものはそれを利用することとします。不明な場合は、「頻発」の状態である 10^{-4} とします。

⁶ 日立アプライアンス(株) 製品開発における実践的 PS リスクアセスメント手法 R-Map からの展開 PSPTA-使われ方等ハザード分析表、第 38 回信頼性・保全シンポジウム、2008 年 7 月 15 日

メカニズムの表現

- 最終的な危害である「建屋火災」に至るまでのメカニズムを、エネルギーの流れに従って、ANDとORの論理記号を使用して表現します。
- この例では、「建屋火災」に至る前に、「外郭発火」、「基板発火」、「端子発火」のステップを経ることと考え、それぞれが発生するために必要な要素、発生しにくくするための防止対策を検討します。

リスク低減方策の検討

- リスクを低減するための方策は、スリーステップメソッドで検討します。検討した方策を、危害が発生するメカニズムと関連付けるとともに、スリーステップメソッドのどの位置にあたるかを考えて配置します。
- この例では、「接触不良が起きにくいようにする」、「接触不良による発火・延焼を防止する」、「発火の拡大を防止する」という、本質的安全設計にあたる対策を行っています。
- 図の中には、 10^{-n} の-nの数値を 10^{-n} で囲んで表示しています。例えば「-2」は「 10^{-2} 」を表します。
- それぞれの対策について、方策が失敗する確率を 10^{-n} で見積もります。
- この例では、「基板端子接触不良」の頻度(確率)は 10^{-5} です。対策として「接触不良による発火・延焼を防止する」対策を行いますが、その対策により防止できない頻度は、 10^{-2} としています。つまり、99%は防止するという見積です。
- 「基板端子接触不良」であって、「発火・延焼の防止」が失敗すると「端子発火」が発生するわけです。したがって、「端子発火」の頻度(確率)は、二つの頻度の掛け算($10^{-5} \times 10^{-2}$)で求めることができ、 10^{-7} となります。

残留リスクの評価

- 全ての対策を行った場合の「建屋火災」の頻度は、 10^{-10} となります。危害の大きさは対策前と変化ありませんので、「IV」のままです。
- したがって、対策を行った状態を R-Map で見ると、発生頻度は表の範囲外になってしまいますが、リスクは「C」と評価されることとなります。
- 残留リスクは「C」となって、許容可能なリスクであると評価することができます。

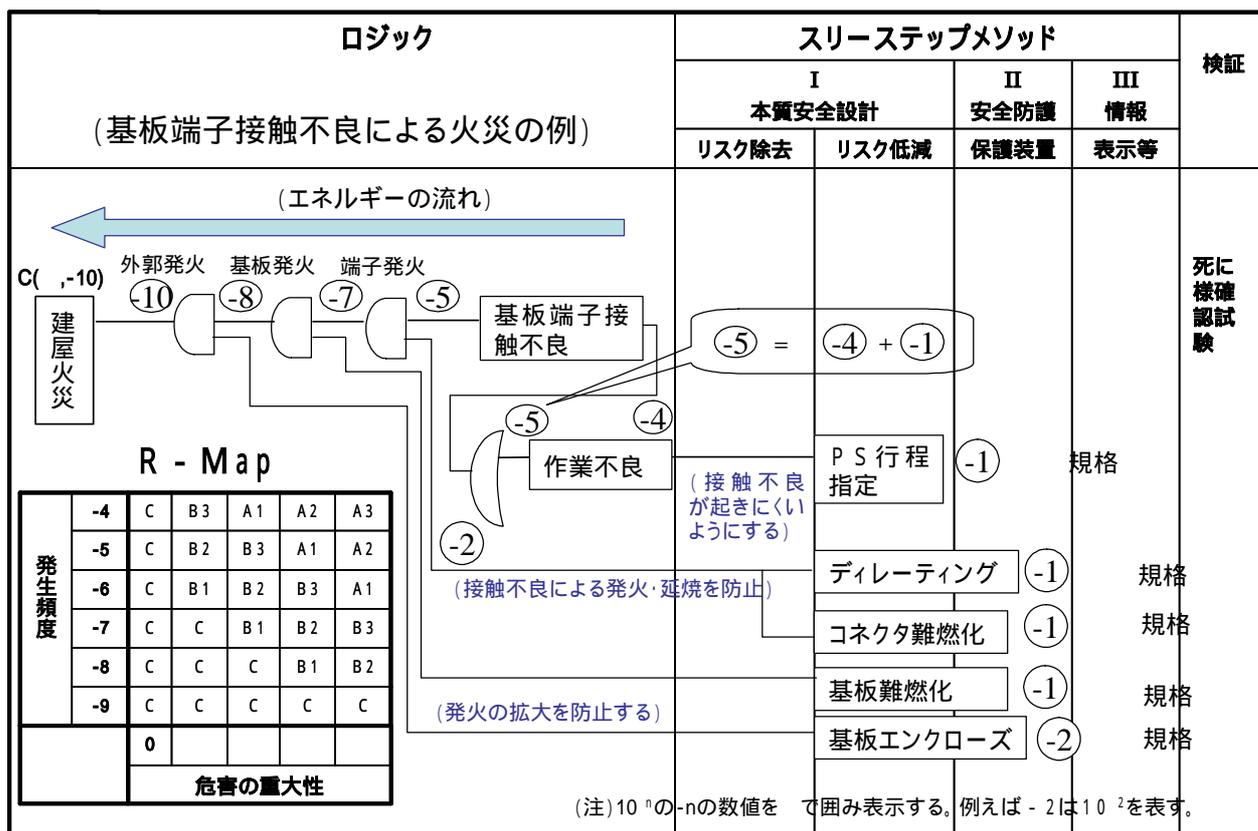


図 6-1 PSPTA によるリスクアセスメント例

危害の重大性の見積り

- 危害の重大性については、想定される最悪の状況を（実際に発生した危害のひどさではない）、危害の範囲（設置環境上その機器周辺にいる人や財産）、保護対象（人、財産）及び対象者（大人、子ども等）等を考慮して見積り、危害の性質ごとにランク分けすることになっており、実際には表 6-1 に示すように無傷～致命的の間で 5 段階に分けて設定しています。

発生頻度の見積り

- 特定した危険源・危険状態の発生頻度は、その誘因となる危険源の出現頻度、危険域に近づく動機や必要性、危険状態から逃げるまたは避ける人の能力、危険状態から危害発生に至るまでに要する時間等から見積もることになっています。
- データ（類似製品の市場データ、電子部品の MTBF、試作品における信頼性データ、安全性評価データ等）が存在する場合は、そのデータを活用しています。また、データが無い場合に備えて、表 6-2 に示すような標準的なエラー率・不良率を設定し、発生頻度の値として使用することになっています。

表 6-1 危害の重大性

ランク		傷害	感電	発火
IV	致命的	死亡、永久障害	危険	建屋損傷
III	重大	重症、入院	しびれ	火災 (拡大被害有)
II	軽度	軽症、通院	感じる	製品発火 (拡大被害無)
I	軽微	軽微	感じない	製品発煙
0	無傷	ない	ない	ない

表 6-2 標準的なエラー率・不良率の例

	項目	率
人的	慣れた単純作業でのエラー率 (例: 修理作業後のネジ誤り) *1	10^{-2}
	訓練された人が注意深く作業する時のエラー率(例: 据付不良) *1	10^{-3}
	取説の注意事項を守らない(広く知られている危険)	10^{-1}
	通常の大人のヒヤリハット(無傷)から実危害発生の関係 *2	10^{-1} ~ 10^{-4}
物的	故障率が不明確な場合 *3	10^{-4}
	電子部品の標準的な故障率 *4	10^{-5}

*1 ジェームズグリーン、組織事故 起こるべくして起こる事故からの脱出、日科技連出版社 (1999/04)から推定

*2 ハインリッヒの法則から推定

*3 発生頻度ランクの「頻発」で見積もる

*4 半導体の一般的な故障率は 10fit (10^5 デバイス時間に累積不良率 0.1%すなわち、10 年後の累積不良率 0.1%)

6.1.2 誤使用を原因とするリスクの評価までの例

- リスクアセスメントのステップ 危険源・危険状態の同定、リスクの見積・評価
リスクの低減
- 製品開発のタイプ タイプ A
- 製品開発のステップ 企画、設計

福祉機器を開発する業界では、製品の安全性確保の取組として、福祉機器メーカー向けに安全・安心製品開発・製造システムガイドラインを作成しています。その中に、リスクアセスメントの基本的な流れがまとめられており、この流れは多くの消費者用製品にも適用可能と考えられるため紹介します。[13][14]

ここでは、リスクアセスメントの流れとして、5つのステップに分けて考えられています。

1) 予見可能な誤使用の明確化

- 製品が、日常生活のどのような場面で、どのように使われるかを想定し、一般的な消費者であれば起こり得る「予見可能な誤使用」のパターンを可能な限り抽出します。

製品を使用する可能性のある消費者の属性、使用環境、試用期間、用途等について、広めに想定して検討することが必要です。

2) 危険源・危険状態の特定

- 1)で抽出したパターンごとに、その製品が持つ「ハザード」(危険源・危険状態)を洗い出します。

「ハザード」(危険源・危険状態)とは、「消費者に危害を及ぼす可能性のある要因のことで、例えば、高温の部位や高電圧が加わった部位、手指を押しつぶす可能性のある部位等(危険源)」を指します。

洗い出しにあたっては、1)で想定した消費者や製品の各種条件のみならず、同業他社製品の過去の事故情報等も参考とします。

洗い出した危険源・危険状態は、P.60 に例を示すようなリスクアセスメントシートに記入します。

3) リスクの見積

- それぞれのハザード毎に、事故が発生した場合の被害や損害の大きさと発生確率を想定し、「リスク」の大きさを見積もります。

被害の大きさについて、擦り傷程度から、重症、死亡に至るまでの重篤度ごとに、損害の大きさについても、軽微な不具合、修復にコストのかかる事故やトラブル、火災など周辺への損害を招くなど、の程度分けを行います。

発生確率については、頻繁に起り得るものからめったに起り得ないものまでの頻度や、ハザードの暴露時間、ハザードへの接近の制限の可能性などを勘案して、確率(事故の起る可能性)を分類します。見積もったリスクの大きさは、リスクアセスメントシートに記入します。

業界のガイドラインでは、重大性と発生頻度のランク分けのサンプルとして、

以下の例が示されています。同一機種が生産量が少ない福祉機器のような製品では、過去の事故発生件数が少なく、確率で発生頻度を定義することが困難であるため、定性的な表現で設定する方法が選ばれています。

重大性
4: 破局的 死亡
3: 重大 重症:入院、骨折、障害(後遺症)
2: 軽微 軽症:怪我
1: 無視可能 外傷がない

発生頻度
5: 現在起きている
4: 過去に経験したことがある
3: 自社では経験していないが他社では起きている あるいは 明らかに起きる
2: 理論上可能性がある
1: 理論上可能性があるが非常に少ない(2つ以上の誘発原因が重なる)

4) リスクの評価

- そのリスクが、社会的な常識に照らし、許容される範囲であるか否かを判断します。

リスクが許容される範囲であるかどうかの判断をする際には、その製品を扱う事業者だけで判断するのではなく、製品を見直す際の視点等も含め、社会全体に通用する常識に照らして、幅広く考慮したうえで判断すべきです。

重大性と発生頻度からリスクレベルを求めるマトリックスとして、以下のマトリックスが示されています。ここでは、重大性と発生頻度の好転として、リスクレベルを3段階で定義するマトリックスとしています。通常であれば、III は許容不可、II は要対策、I は許容という判断になります。

リスク評価の結果は、リスクアセスメントシートに記入します。

		重大性			
		1	2	3	4
発生頻度	5	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ
	4	Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ	Ⅲ
	3	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ	Ⅲ
	2	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ	Ⅱ
	1	Ⅰ	Ⅰ	Ⅰ	Ⅱ

5) リスクの低減

- リスクが許容できないと判断された場合について、リスクの低減をおこなうため、具体的な安全対策を検討します。

許容可能と判断した場合でも、残ったリスク(残留リスク)の内容、程度について、消費者への伝達手段を検討する必要があります。

この1)から5)のリスクアセスメントの基本的な流れをいったん終了した後も、常に、新たな事故やクレームの可能性を想定・把握する姿勢を保ち、これらの手順を繰り返し見直すことを怠ってはならないとしています。

次ページに、リスクアセスメントの結果を記入するリスクアセスメントシートの例を示します。この例は、介護者の支援の基に座ったまま階段を昇降可能にする階段移動用リフトの例です。

ここでは、抽出した危険源に対して、そのリスクアセスメントの結果を記入するとともに、対策が必要なリスクについては、対策案と対策した結果のリスクアセスメントの結果も記入できるようになっています。

対策については、「本質的安全設計」、「防護・保護設計」、「使用上の情報公開」と、スリーステップメソッドにしたがった検討が行えるようになっており、できるだけ漏れのない対策が可能なシートとなっています。

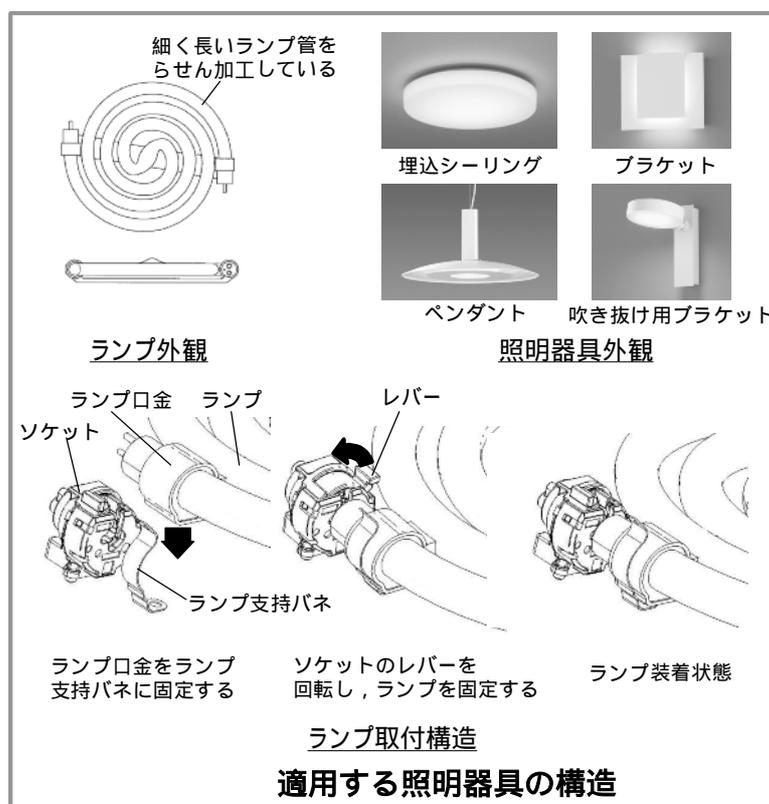
6.1.3 製品企画段階でのリスク見積と評価例

- 事例 蛍光ランプを使用した照明器具
- リスクアセスメントのステップ 危険源・危険状態の同定、リスクの見積・評価
リスクの低減
- 製品開発のタイプ タイプ A
- 製品開発のステップ 企画

以下に示すような構造を持つ、コンパクト化・省エネを達成することを目的としてらせん加工されたランプ管を使用した照明器具に関して、製品の企画を行うにあたり、リスクアセスメントを実施したものです。

製品のライフサイクルにおいて、メンテナンス(ランプの交換)の場面を想定した場合に、以下の2つの危険源が抽出されました。[15]

- ソケットのレバーを回さずにランプを取り外そうとすることにより、ランプが破損します。
- ソケットのレバーを回して、ランプを取り外すときにランプ支持バネの保持力が強い設計の場合、ランプが破損します。



この照明器具の製造事業者では、製品企画段階での危険状態を抽出するために、3次元CADを用いて製品のデジタルモックアップを作成し、人体モデルと組み合わせて作業状態をコ

ンピュータ上に再現して評価を行っています。

企画段階では、実際の製品が存在していないため、デジタルモックアップで実際の製品を使用しているイメージを見えるようにし、危険な状態を検討するという、このようなアプローチは有効な方法の一つと考えられます。



ランプについて抽出した 2 つの危険状態は、使用者は照明器具の直下で上方を向いて、ランプを照明器具から取り外すときに発生します。このときにランプが破損すると、飛散したガラス破片が目に入ることが想定される。目の切傷の危害の重大性は、「重症」と考えられます。

この製造事業者では、以下のようなリスクマップを使用しています。この表では、危害の重大性が「重症」であるということは S4 と示され、評価点は 6 点です。

ランプの交換は、通常はランプが十分に使用されて寿命となる時期に発生しますが、製品の企画段階では、安全側に想定して開発を進めることが求められています。そのため、危害の発生頻度については、現実よりも高い頻度になると考えて、リスクアセスメントでは「しばしば発生する」と考えることにしています。表では、F4 であり、評価点は 4 点です。

次の段階として、このように見積もった重大性と発生頻度となるリスクの大きさが、リスクが受容可能であるかどうかを判断することが求められます。

ランプ破損による危険状態は、危害の重大性が S4「重症」で 6 点、発生頻度が F4「しばしば発生する」で 4 点とされたため、「リスクの評価点は両方の掛け算で求める」、というこの製造事業者の規定では 24 点となります。評価点 24 点は、ランク I とされるリスクであり、評価としては「受容不可」と判断されます。

受容不可とは、受け入れられないリスクです、という判断であるため、このままでは製品として出荷できません。従って、何かしらの対策をしてリスクを低減しなければならないということが、明確に示されたこととなります。

危害の重大性		傷害なし	軽症	中等症	重症	重篤・死亡	
		S1 (1)	S2 (2)	S3 (4)	S4 (6)	S5 (8)	
危害の発生頻度	頻発する	F5 (5)	C (5)	B (10)	A (20)	A (30)	A (40)
	しばしば発生する	F4 (4)	C (4)	B (8)	A (16)	A (24)	A (32)
時々発生する	F3 (3)	C (3)	B (6)	B (12)	A (18)	A (24)	
起こりそうにない	F2 (2)	C (2)	C (4)	B (8)	B (12)	A (16)	
まず起こり得ない	F1 (1)	C (1)	C (2)	C (4)	B (6)	B (8)	
考えられない	F0 (0)	C (0)	C (1)	C (2)	C (3)	C (4)	

ランク	評価点	評価
	16 ~	受容不可
	6 ~ 15	ALARP (合理的・実行可能なレベルまで低減する)
	0 ~ 5	広く受容可能

この事業者では、リスクが許容できない場合には、スリーステップメソッドに従い、リスクの低減対策を行うこととしています。今回の場合にも、本質的安全設計方策、安全防護、使用上の情報のスリーステップで対策が検討されました。

本質的安全設計方策

- 安全防護物を用いないで機械の設計により危険源を除去し、リスクを低減する方策です。
- 今回のランプの破損防止対策としては、いくつかの対策方法が検討されましたが、最終的には、以下の二つの方策が採用されることになりました。
 - レバー回転作業を促すソケット設計
ランプを取り外す作業時に親指が添えられる位置にレバーの凸部を配置し、照明器具の外周方向へレバーを倒す構造とします。
 - ランプ破損を防止するランプ支持バネ設計
ランプ支持バネの保持力をランプが破損しないレベルに設定します。最低限の保持力として、モニター評価での検証を行います。

安全防護

- 上記の本質的安全設計方策により安全防護は必要とされませんでした。

使用上の情報

- 取扱説明書に過度な力をランプに与えないように警告の表示を行いました。

以上の対策により、リスクをどこまで低減することができるかは、再度リスクアセスメントを実施することで確認することができます。

対策を行ったレバー回転作業を促すソケットで、実際にモニター試験による評価で確認したところ、全てのモニターがレバーの存在に気がつき、その結果から、この作業におけるランプ破損の発生確率を求めた結果、その確率は 10^{-8} 未満となりました。したがって、発生頻度は C0「考えられない」と評価することができ、0点となります。

ランプ破損を防止する支持バネ設計とした効果を確認するため、ソケットのレバーは外して、モニター試験によりランプを取り外すときの荷重分布を計測し、ランプの破損確率を求めた結果、その発生確率は 10^{-8} 未満となりました。したがって、発生頻度は C0「考えられない」と評価することができ、0点となります。

以上のリスクアセスメントを実施した結果は、企業としての説明責任を果たすために、ドキュメントとして残すことが求められます。

この製造事業者では、次のページに示すような、社内で定めたリスクアセスメントシートに記入することになっています。

リスクアセスメントシートへの記入

- リスクの低減方策を実施した段階においてリスクの評価を行い、その結果をリスクアセスメントシートに記入します。
- このリスクアセスメントシートにより残留リスクを確認し、市場へ出荷可能であるかの判断を社内レビューにおいて行います。社内レビューは、製品開発プロセスの節目において実施されることが規定されています。

6.1.4 品質基準に基づくチェックで実施するリスク評価例

- 事例 玩具(人形、文房具、携帯ゲーム、ミニカー 等)
- リスクアセスメントのステップ 危険源・危険状態の同定、リスクの見積・評価
リスクの低減
- 製品開発のタイプ タイプ C
- 製品開発のステップ 企画、設計

製品開発がタイプ C に分類されると考えられる製品に、玩具があります。キャラクター商品である玩具は、商品として店頭で並ぶ期間は半年から 1 年間と短く、また、製品開発に費やせる期間も、それ以上に短いという特性を持っています。製品を市場が求める最も良い時期に、いち早く出荷することが、商品のヒットに大きく影響すると考えられているため、製品の企画をスタートさせてから、製品が店頭で並ぶまでの期間を、できる限り短縮できるようにすることが求められることとなります。

製品開発に費やせる時間が限られるといっても、製品の性質上、子どもが触って遊ぶものであるため、安全性に関しては、何よりも第一に考慮される事項となっています。特に使用者が子どもである場合、警告表示等で危険性を示しても効果がなく、本質的安全を行うことが他の製品以上に重要とされます。

そのように、短い製品開発期間の中で、確実に製品の安全性を確保するために、ある製造事業者が実施している方法を紹介します。この方法では、品質基準の中で安全性の基準を明確にし、品質仕様書でそれをチェックしていくことにより、製品の安全性を確保することを目指しています。

品質基準の設定

- この製造事業者では、製品開発の際に参照する約 350 項目の基準を品質基準として設定しています。品質基準は、安全性、性能、表示の 3 分野に分かれます。
- 品質基準は、法令、業界基準、欧米の規格、他社も含めた過去の事故事例を参照して定められています。また、定期的(1月1回以上)に社内で基準見直しの会議を開催し、参照している規格の改訂状況、直近に発生した事故の分析結果等を反映した基準の見直しを行っています。

品質仕様書

- 製品開発の初期段階で、品質仕様書を作成します。この品質仕様書には、大きく分けて、品質項目、試験方法、結果・判定の 3 つの列が設けられています。
- 品質項目の列には、品質基準の項目がコピーされます。ただし、その製品には適用されないものは消去されます。
- 試験方法の列には、品質項目に対応する試験方法がコピーされます。試験方法は、品質基準として定められているので、品質項目に対応して、自動的に設定されます。
- 試験方法に従い、品質項目ごとに製品の試験を実施し、その結果と判定を結果・判定の列に記入します。判定の方法についても、試験方法に定められています。

- 製品として市場に出荷するためには、この品質仕様書の全ての項目に合格することが必要です。不合格の項目については、それを合格とするための対策を行い、再度、対策品ですべての品質項目について確認を行います。

品質仕様書

項目No.	項目	試験方法	試験結果	判定
A01-1-001	物理的安全性 危険な先端部	・接触可能な箇所に危険な先端部がないこと。 ・安全確認試験にて確認する。	・先端部がないことを、シャープポイントテストで確認。	OK
A01-1-002	物理的安全性 危険な縁端部	・接触可能な箇所に危険な縁端部がないこと。 ・安全確認試験にて確認する。	・人体に傷害を発生する可能性がある縁端部が前方に存在。要対策。	NG
A01-1-003	物理的安全性 ゲートの位置	・操作時に触れる部位にはゲートをつけないこと。 ・設計確認時に確認する。	・設計図面でゲートがないことを確認。	OK
A02-1-001	ひも・クサリの使用	・ひも・クサリによる窒息の危険性がないこと。 ・試作品にて確認する。	・試作品にて、規定の力で外れることを確認。	OK
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮
⋮	⋮	⋮	⋮	⋮

品質項目

試験方法

結果・判定

製品開発プロセスにおけるチェックの実施

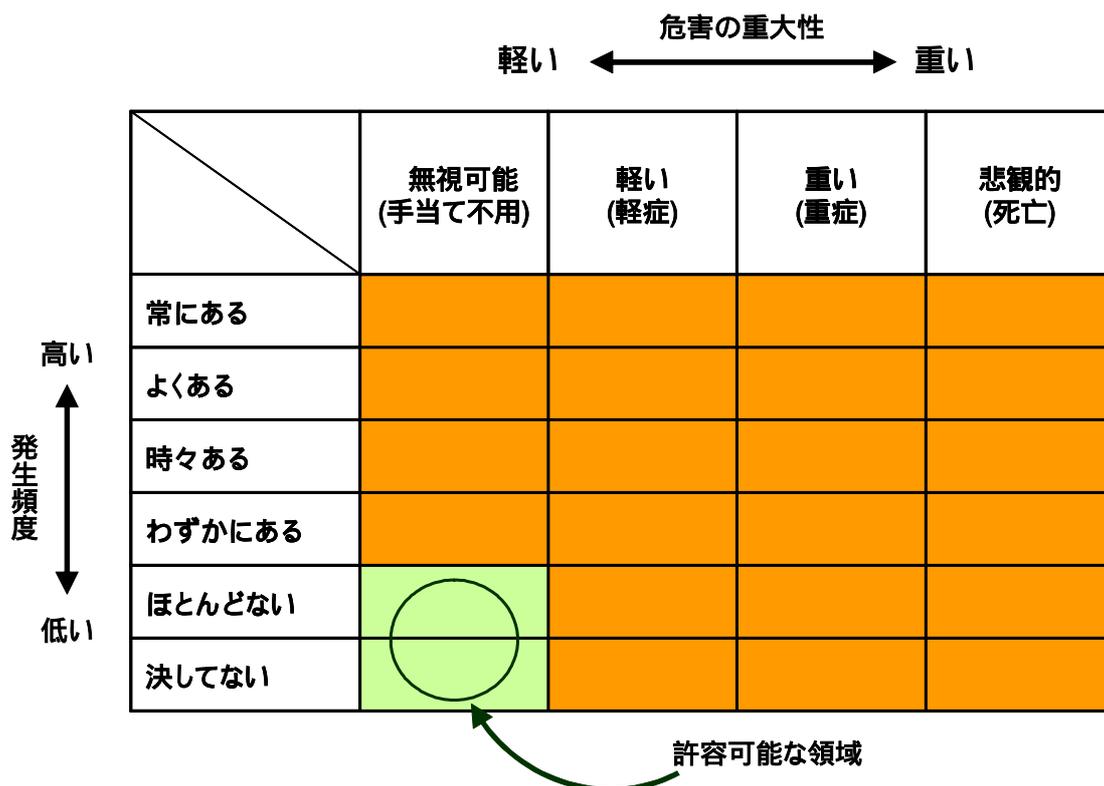
- 製品開発のプロセスは、品質保証体系として社内規定として定められており、製品の開発は全てこのプロセスに従って実行されています。
- この製品開発プロセスの各ステップ(企画立案時、仕様決定時、生産準備時、発売時)において、それぞれのステップで品質アクションというチェック項目があり、その中で品質仕様書の確認が行われます。
- 生産準備時の新製品検査において、品質仕様書の品質項目に、一つでも不合格があると量産は許されません。また、量産品の受入検査において、不合格の項目があると、市場出荷は許されません。

リスクアセスメントの考え方

- この製造事業者の方法では、リスクマトリックスもリスクグラフも出てきません。しかし、実際の評価においては、リスクアセスメントが実施されていると考えることができます。
- 安全に関する品質基準の設定は、危険源・危険事象の特定を行っていることに等しいといえます。玩具という限られた範囲の製品開発であるため、材料や製品の大きさ、製品の利用者等は、ほぼいつも一定の範囲に入っていると考えられるため、

既存の品質基準の項目を適用することが危険源・危険状態の同定を行っていることとなります。既存の基準では適用できないものに関しては、すぐに基準の見直しで対応できる体制を構築しています。

- 玩具という製品の性質上、製品において、何かしらの問題発生が確認できた段階で対応が必要とされます。その問題が原因となって発生する傷害が、どんなに軽度であっても、人体に傷害を与える場合には、製造事業者として対応を行う体制をとっています。
- 品質基準の試験方法に規定される評価の基準は、玩具の一般的なライフサイクル上での問題発生として考えられています。そのため、危害の発生頻度の面では、一般的な玩具の使用期間内に発生しない確率を基準にしているといえます。また、危害の重大性の面では、軽症以上の危害が発生する場合は不合格にしているといえます。
- 以上ことから、5.1.3 で示したリスクマトリックスにおいて、危害の発生頻度としては「決してない」と「ほとんどない」、危害の重大性では「無視可能(手当て不用)」の領域だけが「許容可能」と判断する領域になっていることがわかります。
- 品質仕様書に記録された判定の結果は、以上のような考え方にに基づき説明されることで、製品安全に対する製造事業者の取組を客観的に説明する資料として適用することができると考えられます。



表示上の欠陥について

- カプセルにより誤飲、窒息を引き起こす危険がある、という欠陥についての表示についても争点となりました。
- A社はカプセル内の説明書に、窒息の危険があるので口の中に絶対に入れないこと、3歳未満の子どもの誤飲の危険を表示し、カプセルにも同様の表示があることを主張しました。
- この件については、裁判所は、このカプセル玩具が7歳以上の幼児を対象にしていたとしても、3歳未満の幼児がこのカプセルで遊ぶことは通常予見できるとして、このカプセルには「設計上通常有すべき安全性を欠いていた」と判断し、「表示上の欠陥について判断するまでもなく、本件カプセルには欠陥があったと認められる。」とされました。

カプセルの設計上において考慮すべきこと

- 裁判所の判断として、このように幼児が手にするものとして、カプセルの設計について、以下のような、あるべき姿についても示しています。
 - 口腔から取り出しやすくするために、角形ないし多角形とする。
 - 表面が滑らかでなく、緊急の場合に指や医療器具に掛かりやすい粗い表面とする。
 - 気道確保のために、十分な径を有する通気口を複数開けておく。
- リスクアセスメントの過程において、誤飲による窒息という危険源が抽出され、リスクアセスメントを行い、リスク低減の対策が行われていれば、事故を回避できていた可能性はあると考えられます。

6.2.2 安全対策不足が過失とされた回転ドアの事故

- 適用製品 大型自動回転ドア
- リスクアセスメントのステップ 危険源・危険状態の同定、リスクの見積・評価
リスクの低減
- 製品開発のタイプ タイプ A
- 製品開発のステップ 運用、メンテナンス

事案の概要

- A社が開発し、Cビルに設置された大型自動回転ドア(以下、回転ドア)において、平成16年3月26日に、当時6歳の男児が回転ドアを通してCビル内に入ろうとした際、閉じかけていた回転ドアの戸先と固定方立との間に、その頭部、顔面を挟み込まれて圧迫され、頭部、顔面部圧迫による脳損傷により死亡したものです。
- A社およびCビル社の責任者に、刑法211条1項前段(業務上過失致死罪)に基づく注意義務違反(過失)があったと問われたものです。

判決の内容(平成17年9月30日東京地方裁判所)

- 回転ドアの製造事業者A社が開発、販売、設置する回転ドアに関して、安全対策

を含む業務全般を総括していた営業開発部長に、禁錮 1 年 2 ヶ月、執行猶予 3 年。

- C ビル社の常務取締役兼設計本部長に、禁錮 10 ヶ月、執行猶予 3 年。
- C ビル社の運営本部管理本部管理運営室担当部長に、禁錮 10 ヶ月、執行猶予 3 年。

危険の予見と対策

- A 社製の回転ドアでは、平成 13 年 3 月からこの事故が発生するまで、20 件以上の傷害事故が発生していました。そのうち、C ビルでの事故は 13 件であり、そのうち 7 件は 8 歳以下の児童が回転ドアを出入りする際に発生していました。
- この事故の前年である平成 15 年の 12 月 7 日には、同じビルの他の回転ドアで 6 歳の児童が体を挟まれ、頭部挫創等の傷害を負う事故が発生していました。この事故の発生後、C ビル社と A 社は対策について協議を行っていました。
- これらのことから、A 社、C ビル社の関係者は、今回の事故が発生することを予見可能であったと判断されました。
- また、平成 15 年 12 月 17 日の事故発生後、進入防止柵の設置の対策が検討されたにも関わらず、それは実現しなかったことから、C ビル社の管理者が十分な安全対策を講じないままに回転ドアを運転させ続けた過失は、軽く見ることができないと判断されました。

製造事業者の責任

- 回転ドアの製造事業者である A 社としては、製品の危険性に関する情報に関しては、ユーザである C ビル社に対して、十分に開示すべきであったとされています。危険性に関する情報が、たとえ営業上不利益となり得る情報であったとしても、開示すべきであると判決では述べられています。
- 製造事業者である A 社は、回転ドアを開発し、「その危険性を容易に認識することができた」と、ユーザと製造事業者は製品に関しての立場が異なることが判決の中で述べられています。そして、危険性を認識することができる製造事業者が、十分な安全対策を講じないままに回転ドアを設置し、運転させ続けた過失は、C ビル社の過失よりも大きく、刑事責任も重いと評価されています。そのことが、量刑の違いの理由とされています。

リスクを把握することで防げたこと

- この回転ドアは技術を欧州から輸入してきたものであり、その欧州の回転ドアは質量が 0.9t でした。事故を起こした回転ドアは 2.7t であり、質量は 3 倍に増加していました。これは、構造体の材料をアルミニウム合金からステンレス鋼に変更したこと、回転部の構造を変更したこと、構造体前面をステンレス張りにしたことなどの、設計変更の積み重ねが理由です。[16]
- 質量の増加により慣性力が増加するため、動き出したものを止めるには時間がかかるようになります。2.7t の回転ドアを緊急停止させようとしても、慣性力により動き続けるため、完全に停止するまでには 25cm 動くようになっていました。[17]
- 大きな設計変更を行った段階でリスクアセスメントを行い、常にリスクの変化を把握していれば、児童の挟み込みのリスクが高まることも抽出することができたと考えられます。

7. 用語の定義

安全

”受け入れ不可能なリスク”(unacceptable risk)がないこと。

安全防護

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。

危害

身体的傷害又は健康障害。

危険区域

人がハザードに暴露されるような製品の内部及び / 又は製品周辺の空間。

危険事象

危害を起こし得る事象

危険状態

人が少なくとも一つのハザードに暴露される状況。暴露されることが、ただちに又は長期間にわたり危害を引き起こす可能性がある。

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製品の使用。

残留リスク

保護方策を講じた後に残るリスク。

使用上の情報

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。

ハザード(危険源)

危害を引き起こす潜在的根源。

保護方策

リスク低減を達成することを意図した方策。

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。

リスク

危害の発生確率(発生頻度)と危害の重大性(危害のひどさ)の組合せ。

リスクアセスメント

リスク分析及びリスクの評価を含む全てのプロセス。

リスク分析

製品の制限に関する仕様、ハザードの同定及びリスク見積りの組合せ。

リスクの評価

リスク分析に基づき、リスク低減目標を達成したかどうかを判断すること。

リスク見積り

起こり得る危害の重大性とその発生確率を明確にすること。

MTBF

Mean Time Between Failure。機器やシステムが故障するまでの時間の平均値。稼働時間の和をその間に生じた故障回数で割った値。

8. 参考文献

参考文献

- [1] 栗原史郎[監修]、(社)日本機械工業連合会[編]、現場発 ものづくり革新 安全は競争力、日刊工業新聞社、2009年11月
- [2] 堀田、野田、Q&A でわかるリスクベース設計のポイント 安全設計の手引き、日刊工業新聞社、2006年3月
- [3] 松本俊次、経営から生産現場までの実践リスクマネジメント、(社)日本プラントメンテナンス協会、2008年5月
- [4] 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、中災防新書、2007年10月
- [5] G.Pahl, W. Beitz, Konstruktionslehre Grundlagen erfolgreicher Produktentwicklung Methoden und Anwendung, 6.Aufkage, Springer, 2004
- [6] 小野寺、FMEA 手法と実践事例、日科技連出版社、2006年8月
- [7] 須磨、「ビルトインエアコンの開発と信頼性設計」、第19回信頼性・保全性シンポジウム、日本科学技術連盟、1989
- [8] 小野寺、国際標準化時代の実践 FTA 手法、日科技連出版社、2000年6月
- [9] 内崎、製品事故に学ぶフルプルーフ設計、日刊工業新聞社、2009年3月
- [10] 複合機におけるユーザビリティ評価基準の検討、(社)ビジネス機械・情報システム産業協会 技術委員会 ヒューマンセンターードデザイン小委員会、2007年10月
- [11] 機械工業界リスクアセスメントガイドライン、(社)日本機械工業連合会 RA 事務局、2010年
- [12] 日科技連 R Map 研究会、R Map 実践ガイダンス 全ライフサイクルに対応した製品安全リスクマネジメント手法、日科技連出版社、2004年10月
- [13] JASPA 安全・安心製品開発・製造システムガイドライン、日本福祉用具・生活支援用具協会、2009年4月
- [14] 【解説】JASPA 安全・安心製品開発・製造システムガイドライン、日本福祉用具・生活支援用具協会、2009年4月
- [15] 福田、波多野、パナソニック電工の製品安全活動 - 開発源流段階からのリスクアセスメントと安全設計の実践、品質 Vol.39 No.4、2009
- [16] 回転ドア死亡事故の「真相」 進歩の過程で希釈された安全思想、日経ものづくり、2005.05
- [17] JST 失敗知識データベース、失敗事例、六本木回転ドア事故 事例 ID: CZ0200718 (<http://shippai.jst.go.jp/fkd/Search>)

国際規格

- ISO/IEC Guide 51:1999 Safety aspects -- Guidelines for their inclusion in standards 安全側面 - 安全面を規格に含めるための指針
- ISO/IEC Guide 73:2002 Risk management -- Vocabulary -- Guidelines for use in standards リスクマネジメント - 用語 - 規格において使用するための指針
- ISO 12100-1:2003 Safety of machinery -- Basic concepts, general principles for

design -- Part 1: Basic terminology, methodology 機械の安全性 - 基本概念, 設計の一般原則 - 第 1 部: 基本用語, 方法論

- ISO 12100-2:2003 Safety of machinery -- Basic concepts, general principles for design -- Part 2: Technical principles 機械の安全性 - 基本概念, 設計の一般原則 - 第 2 部: 技術原則
- ISO/TR 14121-2, Safety of Machinery - Risk assessment - Part 2: Practical guidance and examples of methods Risk Assessment Guidelines for non-food Consumer Products 機械の安全性 - リスクアセスメント - 第 2 部: 実践の手引及び方法の例
- ISO 13849-1:2006 Safety of machinery -- Safety-related parts of control systems -- Part 1: General principles for design 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 (EN954-1)
- ISO 31000:2009 Risk management -- Principles and guidelines リスクマネジメント 原則及び指針
- ACOS/488/DC - Revised draft guide ""Guidelines for safety related risk assessment and risk reduction for low voltage equipment"" - ACOS meeting 2008-06-05/06, Paris, agenda item 9.1

米国規格

- MIL-STD-882C:1993 SYSTEM SAFETY PROGRAM REQUIREMENTS システム安全プログラムの要求事項
- ANSI / RIA15.06-1999 Safety requirements for robots and robot systems 産業用ロボットの安全要求事項
- ANSI B11.TR3: Risk Assessment and risk reduction – A guide to estimate, evaluate and reduce risks associated with machine tools
- NFPA79 (2006): Electrical Standard for Industrial Machinery 規格の付則

JIS 規格

- JIS Q 14971-1 医療用具 - リスクマネジメント - 第 1 部: リスク分析の適用
- IS T 14971 医療機器 - リスクマネジメントの医療機器への適用
- JIS T 0601-1 医用電気機器 - 第 1 部: 安全に関する一般的要求事項
- JIS T 0601-1-1 医用電気機器 - 第 1 部: 安全に関する一般的要求事項 - 第 1 節: 副通則 - 医用電気システムの安全要求事項
- JIS Z 8051:2004 安全側面 - 規格への導入指針

厚生労働省指針等

- 危険性又は有害性等の調査等に関する指針
- 化学物質等による危険性又は有害性等の調査等に関する指針
- 機械設備の安全化に係るリスクアセスメントデータ集 III - メーカー・ユーザーの取り組み - (中央労働災害防止協会)

その他資料

- 誤使用防止ハンドブック (独) 製品評価技術基盤機構

9. おわりに

本ハンドブックは、製品開発の重要な要素である安全の取り組みに対する基本定理を、製造事業者のみならず輸入事業者も含む様々なステークホルダー（技術者においては初心者から上級者、加えて経営者）に対して、広く普及し取り組みを実践していくきっかけの第1段階のツールとして計画されました。考え方及び実践手法の普及という目的のために、幅広いステークホルダーを対象としているので、技術的に詳細な情報を提示するのではなく、リスクアセスメントの基本手続きをわかりやすく記述することにとどめ、各企業が自社に適したリスクアセスメントを設計開発現場で実施するにあたっての基本定理を理解できるような構成にしています。

リスクアセスメントに対する効果的な取り組みを定着させていくための、各事業者に役立つハンドブックにしていくには、どのような製品を対象とするか、製品ライフサイクルのどの段階での適用か、どのような人が利用することを想定するか等のターゲットを明確化することによって、内容のレベルを変えていく必要があります。

本ハンドブックが、まず、幅広いステークホルダーのリスクアセスメントの理解増進に役立つことを期待し、その上で、さらに具体的に効果的な実践を行う際に必要とされる手法や手順に対するニーズを把握し、リスクアセスメントを普及促進するために最も効果的なターゲットと内容を決定し、改善していくための基礎となることを期待しています。

参考 1 製品開発とリスクアセスメント

製品開発は、本ガイドの対象となっている安全の項目以外にも、機能、コスト等勘案する項目は複数存在します。

本ガイドで示す安全のリスクアセスメントは安全に関する事項を分析する手法であり、その成果は製品開発のプロセスにおいて、重要な入力情報として活用されます。

開発者は、この安全に関するリスクアセスメントの成果を考慮しつつ、製品開発を実施していく必要があります。

開発される製品は、この安全のリスクアセスメントの成果としての、リスク対策が製品のコストや機能等に与える影響も勘案しつつ、その仕様が決定されます。

安全に関する検討結果は、製品開発の一条件ではありますが、コスト等他の要件と同列の扱いによって決めてよいわけではありません。

安全に関する要求は、基本的にコスト要件や機能要件より優先されるべきものであることに注意が必要です。

製品開発における本ガイドに示すリスクアセスメントの位置づけ

製品開発においては、まず社会の価値観やニーズ等の動向を把握する必要があります。開発する製品が、社会に受け入れられることが何よりも大切です。

また、自社で開発する製品は、社内の経営理念等の価値観を反映したのになりますので、常に自分の会社で開発する製品にふさわしいことを確認する必要があります。さらに開発する製品は、投資できる経費や技術力等によっても、異なりますので、製品開発要件を定める場合には、これらの検討を行うことが必要になります。

これらの検討事項は、安全に関するリスクアセスメントを実施する際にも重要となります。

これらの社内外の情報に基づき製品の要件、コンセプトが決まりますが、その情報がリスクアセスメントへの入力となります。

なお、この社内外の動向を把握する際、以下の 4 つの動向には、特に注意してください。

- システム化された製品に対する信頼性・安全性の要求の高まり

- 品質予測の困難性を生じさせる技術の高度化と異種分野技術の統合または融合
- 使用目的と環境条件の多様化
- 販売流通機構と顧客の多様化

次に、設計における出力と、リスクアセスメントの関係を見てみましょう。

製品開発では、製品の機能や製品開発によってもたらされる利益等のいわば

「正の出力」と、主として製品の事故の危険性等品質リスクとして認識される「負の出力」があります。

製品開発では、この正の出力と負の出力のバランスをとりながら設計を進めていきます。

安全に関するリスクアセスメントは、この品質リスクのうち、安全および信頼性のリスクを分析することが、目的となります。

リスクアセスメントの結果は、この品質リスクの改善を支援する情報として使用されます。さらには、品質リスクを改善する対策が、機能やコスト削減等の正の出力にどのような影響を及ぼすかという情報も提供します。

設計では、これら、正の出力と負の出力の変化を把握しながら、総合調整が進められます。この調整過程においても、リスクアセスメントの再評価の要請が生じてきます。

製品開発とリスクアセスメントの準備

製品開発におけるリスクアセスメントを始めるためには、いくつかの準備が必要です。製品企画に必要な準備と重なることが多いようです。製品企画においては、社会の要求に応え、企業の価値観にそった製品を考えて行きます。

製品企画を成功させるには、具体的な設計開発を行う前に、市場からの新しい要求、社会環境の変化や競合製品の技術的・経済的優位性の変化等から市場を分析することが必要です。それと合わせて、情報、設備、人材や財務等の企業の潜在能力を把握して、企業としての目的を明確にしておくことも、重要であるといえます。市場の状況、企業の潜在能力や目的によって、新製品の開発領域が決まります。

上記の調査は、リスクアセスメントを実施する際にも大切なことです。リスクアセスメントの精度をどの程度にする必要あるか、リスクの許容の判断をどのレベルにおくか等は、製品をとりまく社会環境の様々な状況により変化します。かつては許

容されるリスクの範囲であったものが安全に対する社会的要求の高まりから、より高度な安全対策を製品側に求められるようになる場合があります。しっかりと必要な事項の調査を行いましょう。

調査・考慮が必要な社外の環境

- 社会の価値観
- 製品に対する要求
- 製品に関係のある規制の動向
- 競合相手の状況 等

調査・考慮が必要な社内の環境

- 製品に反映すべき価値観
- 開発に使用できる資金
- 技術力
- 設備
- 開発に関する社内の理解・要望 等

本ハンドブックにおける製品開発プロセスの考え方

製品開発プロセスにおいては、製品の正の出力(ある方が望ましい機能)および負の出力(ない方が望ましい機能)をほぼ決定付けてしまうとされる設計プロセスを、次に示す3つのフェーズに分けて[5]、リスクアセスメントとの関係について説明します。

- 製品の要件整理
- 概念設計
- 詳細設計

「製品の要件整理」におけるリスクアセスメント

最初のフェーズである「製品の要件整理」は、開発しようとする製品に必要とされる機能、品質、コスト等の製品固有の制約条件を明らかにすることです。

次に、製品のライフサイクルに関わる使われ方や環境等に対する現行の技術からくる一般的な制約条件を明らかにします。そして、それらの条件から製品の詳細な要件リスト(要求仕様書)を作成します。

この要件リストの作成には、消費者の使用形態からみた以下の製品リスクに対して、どこまで対応するかということも含まれます。

- 仕様通りの使用でも発生するリスク
- 故障等での使用で発生するリスク
- 誤使用等で発生するリスク

製品のライフサイクルを考慮する場合にも同様の検討が必要です。

要件リスト(要求仕様書)を作成する際に考慮していかなければならない主要項目のチェックリストを参考資料として参考3に示しました。

「概念設計」におけるリスクアセスメント

「概念設計」のフェーズでは、機能、品質、コスト等への顧客・市場からの要求及び製品のライフサイクルに関わる使われ方や環境等に対する制約条件から製品要件を決定します。そしてその要件を入力として、機能を機能要素へ展開しさらに機能要素を実現する動作原理を探索し、これらの動作原理を実現する機構そして全体構造の概略をポンチ絵などで明らかにしていきます。動作原理を実現するいくつかの候補について機能要素仕様書、補助機能仕様書や機能ブロック図を出力として、作成します。

このフェーズは、最も有望な機能構造を明らかにすることから最も大切になります。それは、このフェーズに続く「詳細設計」フェーズにおいては、動作原理を実現する技術方式に欠陥があったことがわかったとしても、それを修正することは、通常は非常に難しいか、大きなフィードバックが必要になり非常にコスト高になるからです。

ここでは、「製品の要件整理」で作成した要件リストを満足できない機能構造概念案を削除し、さらに残った複数の機能構造概念案について企業で採用している評価項目・基準を適用することによって採否を判断します。

実施する製品開発が、既存製品からの改良製品である場合は、変更点に着目した検討が、効率的であると考えられます。(4.3 参照)

なお、設計に際しては、消費者が製品を使用する状況に着目し(ユーザインタフェース・デザイン)、その機能を検討する(ソフトウェア・デザイン)、そしてその機能を実現するための設計(ハードウェア・デザイン)の視点でリスクを検討すると、課題が明確に見えてきます。

この段階での安全に関するリスクアセスメントは、選択した最善の機能構造概念に対して、ユーザインタフェース、機能レベルでの経年変化の主要項目に着目し、リスクを分析した結果を、設計を検討する情報として提供することになります。この段階では、製品の詳細構造は確定していませんので、リスク分析としては、さ

さまざまな使い方についての安全機能の検証、機能レベルのFMEA等を実施します。

この検討の際に、以下の二つの視点でリスクに対して検討することが重要になります。

- 設計者が意図した機能が設計物に含まれているか
- 設計者が意図していなかった機能の発見

「詳細設計」におけるリスクアセスメント

「詳細設計」のフェーズでは、機能要素仕様書、補助機能仕様書や機能ブロック図を入力として全体レイアウト(全体の配置と空間的な適合性)、形態(構成部材の形状と材料)を工法と工程を考慮に入れて決定し、技術的および経済的な面を考慮して製品の設計案(詳細技術仕様書、部品表、図面等)を出力として提示することになります。

この段階のリスクアセスメントでは、最終の設計案の新規要素・変更点に対してモジュールでの機能、許容限界、干渉・漏れ電流など空間上の適合性などにおける具体的な欠陥を、以下に示すような詳細設計の基本ルールを適用してチェックし、以下の視点で評価し設計を改善していきます。

- 機能仕様書を満たしていることのシミュレーションおよび試作による評価・確認(要求機能の達成)
- 許容できないリスクがないこと(製品の安全と環境の面での安全)

この段階でのリスクアセスメントは、製品の詳細な構造・形状が明らかになっているので、局所的に生じた不具合が連鎖してどこまで波及するのか損害を明確にできるだけでなく、ストレスの大きさとそれに対する許容限界を対比することで、その結果の起こりやすさも分析することができるようになり、より詳細で客観的な検討が可能になります。

概念設計時と同様に、既存製品からの改良製品である場合は、新規要素や変更点に着目した検討が、効率的であると考えられます。(4.3 参照)

製品の安全性確保は、製品のライフサイクルの上流で行うほど効果的です。ライフサイクルの上流における設計段階において、使用段階で危険状態を招くと考えられる問題を発見することが大切です。設計の初期段階において、危険源や設計欠陥及び外的要因を明らかにし、要求仕様で設定された機能を満足する設計

案を選択したとしても、製品に含まれるリスクをゼロにすることはできません。他の要求項目との整合性を図る中で、安全に関するリスクを小さくする設計を目指すには、設計プロセスにおける要求分析、機能分析 / 割付、機能統合を見渡して、体系的な分析と管理をともなうアプローチを実践することが必要です。

参考 2 リスク対応の考え方

(1) 本質的な安全設計の考え方

本質的な安全設計とは、安全防護機器を使用せずに、製品の構造部分や運動部分に人間が接しないようにすること、あるいは接しても危害が発生しないようにすることです[2]。

人間が接しないようにする方法としては、

- 危険源そのものを排除する

危険源そのものの排除の例としては、FF 式温風暖房機のゴム管は劣化による危険ガスの漏洩の恐れがあるので、劣化するゴム管を排除し、劣化しにくい銅管に変更したという例があります。

- 危険源からの空間的間隔がある状態にする

押しつぶしやせん断の危険源に対する対策として有効な対策です。シュレツダの事故対策でいえば、紙投入口の隙間を狭くした安全ガードを付加するのではなく、紙投入口を最初から隙間を狭くした一体成型にすることにより、対象とする身体の一部が進入できないように運動部との隔離を狭めることが本質的な安全設計であるといえます。

という方法が考えられます。

人間が接しても危害が発生しないようにする方法としては、

- 運動要素の作動力やエネルギーを小さくする

作動力やエネルギーを小さくするとは、家電製品などで電力容量を必要最小限に制限することによって、感電の危険性を小さくすることです。

- 適切な負荷応力や材料を選定する

負荷応力や材料の適正な選定とは、従来、材料は全体に均質で欠陥がないということ、欠陥を考慮した破壊力学や弾性力学の解析によって安全精度を向上させることです。

という方法が考えられます。

また、故障やエネルギー供給停止の際に、安全側に退避、または停止するフェールセーフ機能も、本質的な安全設計と考えて良いとされています。

(2) フェールセーフの考え方

フェールセーフの原理は、稼働寿命期間内に製品としての機能の故障や構成部品の破壊が起こることを許容するが、これが原因で致命的な結果を引き起こさないように保証することです。

何らかの形で主要機能が損傷していることを、信号として発信するようになっていなければなりません。これを達成するために、以下に示す事項を実施する必要があります。

フェールセーフの原理は、故障の結果についての知識が確立されていることを前提としており、損なわれた機能を引き継ぐ手段を準備しておこうという原理です。

- 機能あるいは能力を損なう状況におかないように、管理しなければなりません。
- 製品が危険なしに稼働できるようになるまで、故障している構成部品があるいはこれに代わるほかの構成部品によって、ある限られた範囲の機能が達成できるよう

にしなければなりません。

- 故障あるいは破損が特定できるようになっていなければなりません。
- 故障している構成部品が製品全体の安全に及ぼす効果を査定できなければなりません。

フェールセーフの基本原則 [2]

- 非対称故障の実現:故障したときは必ず一方に陥るような故障の作り方です。エネルギーを高いところに設定しておき、何か不都合があるとエネルギーがなくなる方向にもっていくことで非対称故障を実現することができます。
- 対象故障素子の使用:安全側と危険側のどちらの故障も起こりえる対象故障素子を使って非対称故障を作る方法です。基本的にはチェックに基づいており、チェックして正しく動いているかどうかを調べる方法です。
- 安全情報をユニテ(単調)に伝達しなければならない:安全情報のエネルギーは高い方に設定し、安全情報を受けたら、常にその安全情報を使って伝達するという形にし、途中で否定回路を入れてはならないということです。

フェールセーフ設計の具体例 [2]

フェールセーフ設計に必要な安全機能の連続的チェックの方式の具体的な例として、電子回路を利用する方法を、参考までに3つ示します。

- 発信回路の利用:入力によって発振するように回路を構成し、故障時には発振が停止することを利用して故障を検出するとともに、回路の出力をオフとする方法です。
- 交流信号の利用:安全情報を交流信号として伝達し、故障時には直流出力が生じることを利用して故障を検出するとともに、回路の出力をオフとする方法です。
- 電源枠外処理:安全情報を電源電圧より高い電圧に設定することにより、信号線と電源線の混触による誤った安全情報の伝達を防止する方法です。

参考 3 設計の制約条件により影響を受ける特性

設計開発の各フェーズでチェックすべき主要項目

製品を開発する際には、技術上の問題に対して製品の要件からくる固有の制約条件と製品のライフサイクルに関わる現行の技術力からくる一般的制約条件にしばられます。参考文献[5]では、これらの制約条件によって影響を受ける特性を主要項目として分類し、これらの項目をチェック項目として整理したチェックリストが示されています。参考として、日本語に翻訳した表を以下に示します。

要件リスト(仕様書)作成にあたっては事前に機能と重要な制約条件を確定できるように機能と関係ある項目名「幾何形状」、「運動学」、「力」、「エネルギー」、「物質」、および「信号」に展開しています。

概念設計にあたっては、前述した項目名は全体機能を確定し、記述していく作業を容易にしてくれます。

詳細設計にあたっては、項目名「詳細化」に対応する「レイアウトと形態設計」特性に置き換えてチェックリストが作成されています。

製品の要件整理のためのチェックリスト

主要項目	例
幾何形状	寸法、高さ、幅、長さ、直径、所要スペース、数、配置、連結、拡張
運動学	運動の種類、運動、速度、加速度の方向
力	力の方向、力の大きさ、周波数、重量、荷重、変形、剛性、弾性、慣性力、共振
エネルギー	出力、効率、損失、摩擦、換気、状態、圧力、温度、加熱、冷却、供給、貯蔵、容量、変換
物質	物質(材料)の流れと輸送、初期製品と最終製品の物理的および化学的性質、補助的材料、規制材料(食品規制など)
信号	入力と出力、形態、表示、制御装置
安全	直接的保護システム、操作上の安全と環境への安全
人間工学	マン-マシン関係、操作の種類、操作位置の高さ、配置の整然さ、腰掛の安楽さ、照明、形状適合性
生産	工場の制約、最大可能寸法、優先する生産方法、生産手段、達成可能な品質と公差、廃棄物
品質管理	試験と計測の可能性、特定の規制と標準規格の適用
組立	特定の規制、据え付け、立地、基礎
輸送	リフト装置による制約、空き場所、輸送手段(高さと重量)、発送の性質と条件
操作	静かであること、着衣、特殊利用、市場エリア、仕向け地(例えば、いおう雰囲気、熱帯性の状況)
保全	サービス間隔、点検、交換と修理、ペンキ塗装、清掃
コスト	最大許容製造コスト、工具のコスト、投資と減価
スケジュール	開発の最終期限、プロジェクトの企画と管理

概念設計のためのチェックリスト

主要項目	例
機能	選択した設計解原理あるいは代替概念を実現するのに必要な必須の補助機能要素の特性。
動作原理	選択した原理あるいは機能が簡単でわかりやすく、効果が十分期待でき、外乱要因の少ない原理の特性。
詳細化	構成要素の数が少ないこと。複雑さのレベルが低いこと。所要スペースが小さいこと。レイアウト設計あるいは形態設計上特別な問題がないこと。
安全	直接的安全実現技術(本来持っている安全)を優先して利用すること。安全対策を付加する必要がないこと。産業上および環境への安全を保証すること。
人間工学	マン-マシン関係を満足すること。ストレスを与えたり、あるいは健康を損ねることがないこと。形状設計が優れていること。
生産	生産方法の数が少なく確立されていること。設備が高価でないこと。構成部品の形状が単純で数が少ないこと。
品質管理	必要な試験や点検の数が少ないこと。手順が簡単で信頼がおけるものであること。
組立	容易で、組立てやすく、迅速に行えること。特別な補助具を必要としないこと。
輸送	通常の輸送手段を利用すること。危険がないこと。
操作	操作が簡単なこと。稼働寿命が長いこと。磨耗量が少ないこと。ハンドリングが容易で簡単なこと。
保全	維持や清掃がほとんど必要なく、簡単であること。検査が容易であること。修理が容易であること。
コスト	特別なランニングコストあるいは関連するコストが必要ないこと。スケジュール上問題がないこと。

詳細設計のためのチェックリスト

項目	例
機能	設定した機能は実現されているか。 どのような補助機能が必要か。
動作原理	選択した動作原理は所要の効果と利点を生み出すか。 どのような外乱要因が予測されるか。
レイアウトと 形態設計	選択した全体レイアウト、構成部品の形状、材料および寸法はつぎの条件を満足するか。 ・十分な耐久性(強度) ・許容できる変形(剛性) ・十分な安定性 ・共振しない。 ・膨張を妨げない。 ・設定した稼働寿命と荷重内で許容できる腐食、摩耗
安全	構成部品、機能、操作および環境の安全に影響を及ぼす要因をすべて考慮したか。
人間工学	マン-マシン関係を考慮したか。 人間にストレスや危害を及ぼすような不要な因子をすべて除去したか。 身体にとって良好なレイアウトが得られるように注意をはらったか。
生産	生産工程の技術的、経済的分析を行ったか。
品質管理	生産中と後に、あるいは必要な時期に、必要な検査を行うことができるか。 それらは前もって設定してあるか。
組立	社内や社外プロセスがすべて簡単で、正しい順序で実施することができるか。
輸送	社内や社外の輸送条件とリスクを検討し、考慮に入れてあるか。
操作	騒音、振動、ハンドリングのような操作に影響する因子をすべて考慮したか。
保全	保全、検査、オーバーホールの実施や点検がしやすいか。
コスト	設定したコスト限界が守られているか。 操作上のコストあるいは2次的コストの追加が発生するか。
スケジュール	出荷日は守れるか。 出荷状況を改善できるような設計変更の余地があるか。

参考 4 R-Map による事故分析事例

R-Map を用いた事故分析の事例として、ハロゲンヒータのリスクについてのケーススタディを紹介します((財)日本科学技術連盟 R-Map 実践研究会提供)。

ハロゲンヒータについては、2001 年に輸入販売が開始され、新しいコンセプトの暖房器具として、その利便性、価格の安さから瞬く間に普及しました。以下に製品の例を示します⁷。



ハロゲンヒータの製品例

その一方で、安全性に重大な問題があり、2003 年の社告回収を最初に、2009 年 3 月までに、20 社の輸入・販売元が約 50 製品の回収を行いました。また、3 社は倒産し、自ら回収できない状態に陥っているため、代わりに経済産業省が使用中止を呼びかけています。

このような、従来に例のない新しい製品については、適用される技術基準がないため、安全上はフリーパスで輸入販売が可能な状態になっています。しかし、安全上の問題が多発したことにより、2008 年の暮れの商戦では、各社のハロゲンヒータは電気店の店頭からは姿を消しました。

開発段階、あるいは商品を輸入するために買い付ける段階において、この製品の安全性に関して重大な問題があることを見抜くことができるかについて、リスクアセスメントのプロセスを適用し、開発の継続・中止、設計変更の要・否、輸入販売の可・否という判断のマネジメントの参考になればと思います。

R-Map の基本

- 次の図に R-Map における発生頻度と危害の程度について示します。この Map が R-Map の基本となります。R-Map の詳細な内容については、参考文献[12]を参照してください。

⁷NITE 事故情報特記ニュース、電気ストーブ（ハロゲンヒータ）の事故について（注意喚起）
<http://www.nite.go.jp/jiko/news/075/news75.html>

- この Map では、縦軸に発生頻度、横軸に危害の程度(重大性)をとっています。危害の程度では、事故による人身の障害の尺度が示されていますが、それと並行して、人身事故がない場合でも、火災については重大災害と考え、火災につながる事故の尺度も示されています。

発生頻度	5	(件/台・年) 10-4 超	頻発する	C	B 3	A 1	A 2	A 3
	4	10-4 以下 ~ 10-5超	しばしば発生する	C	B 2	B 3	A 1	A 2
	3	10-5 以下 ~ 10-6超	時々発生する	C	B 1	B 2	B 3	A 1
	2	10-6以下 ~ 10-7超	起りそうにない	C	C	B 1	B 2	B 3
	1	10-7以下 ~ 10-8超	まず起り得ない	C	C	C	B 1	B 2
	0	10-8 以下	考えられない	C	C	C	C	C
					無傷	軽微	中程度	重大
				なし	軽傷	通院加療	重傷 入院治療	死亡
				なし	製品発煙	製品発火 製品焼損	火災	火災 (建物焼損)
								0
								危害の程度

R-Map 発生頻度と危害の程度

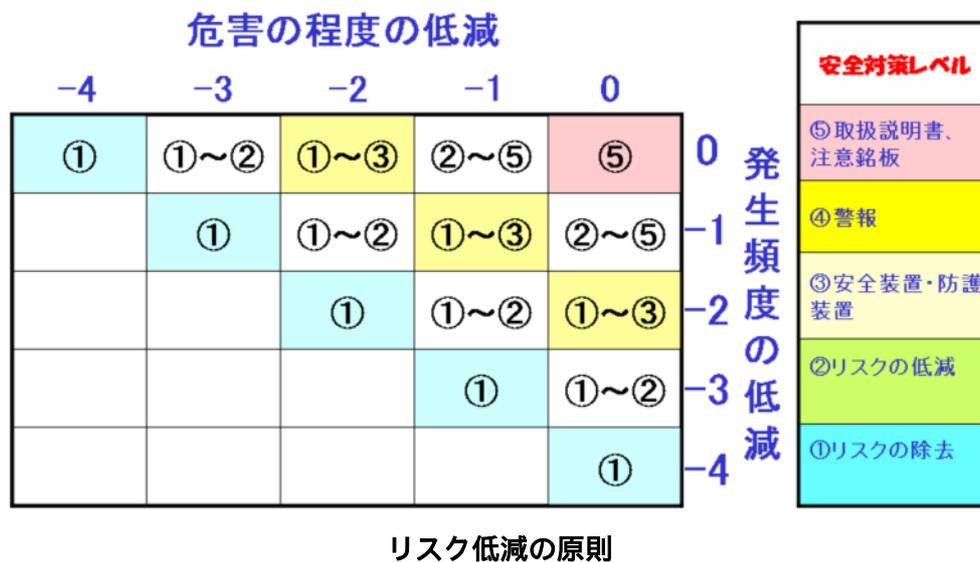
発生頻度について

- 発生頻度については、ここではハロゲンヒータのような家庭電気製品を想定した発生確率でランクを設定しています。この発生頻度については、対象の製品に応じて、最適な頻度を設定することが必要とされます。定性的な評価のランクのみで行う場合もあります。
- 事故の発生頻度が不明の場合には、通常は「5. 頻発する」として評価をスタートします。

リスク低減対策の必要性の判断

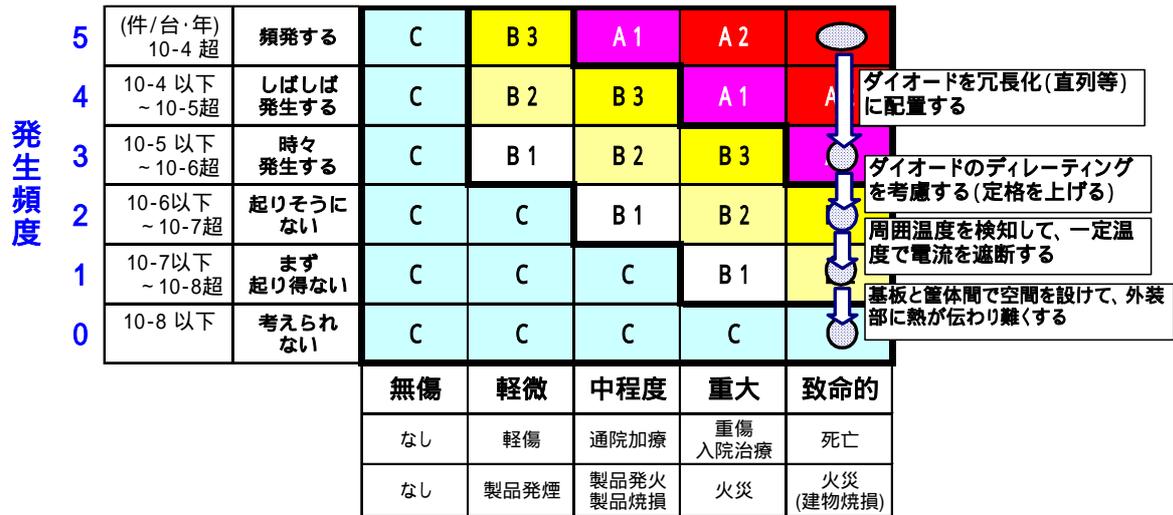
- 製品事故が確認されたとき、あるいは製品設計において危険源が抽出されたとき、R-Map 上にリスクとしてプロットします。リスクがプロットされた位置によって、リスク低減対策の必要性について判断することができます。
- リスク低減対策の必要性については、通常は以下のように判断します。
 - A: 対策必須 (対策しなければ製品の出荷は不可)
 - B: 要対策 対策の検討を行うことが必要
 - C: 許容可能
- 発生頻度が「4.しばしば発生する」であり、危害の程度が「II.中程度」の場合は、リスク評価は「B3」となります。この場合、「要対策」と判断され、「C」の領域までリスクを低減することが必要です。

- この場合、発生頻度を「-2」低減し、危害の程度を「-1」低減することができれば、リスクを「C」まで低減することができます。リスク低減の原則を示すのが、下の図です。発生頻度を「-2」、危害の程度を「-1」とする対策としては、「①～③」の対策を行うことが原則であることを示しています。
- 対策レベルは 5 段階で示されており、その具体的な対策例については、次ページの表を参照してください。



ハロゲンヒータのリスク分析

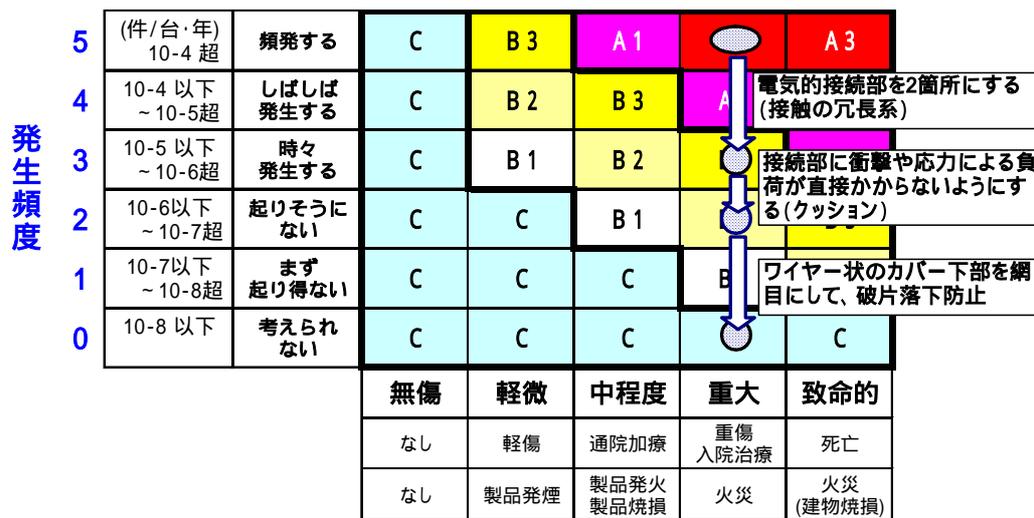
- 次ページに示すリスク分析表には、実際に事故を発生したハロゲンヒータのリスク分析を行った結果を、リスクアセスメントシートとして示しています。
- ここでは発生する危険な状態について、障害シナリオとして、「c」、「d」に記されています。その危険についてのリスクアセスメントは、危害の程度「IV」で発生頻度「5」であるため、リスクは「A3」となり、対策必須であると判断されます。
- このリスクアセスメントシートでは、対策の効果についてもリスクアセスメントした結果まで記入されています。上記の危険に対しては、「ダイオードを冗長化に配置」という対策が検討されています（「f」）。この対策により、リスクは「A1」に低減されると評価されています。
- 以下、引き続き、3 つの対策が検討され、それにより最終的なリスクは「C」まで低減したと評価されています。Risk ID 1 の R-Map は、R-Map 上に対策によるリスクの変化を表した図です。対策により発生頻度が低下し、リスクが許容可能なレベルとなったことがわかります。
- Risk ID 2 の R-Map は、リスク分析表に示されたもう一つのリスクと対策について、同様にリスク低減の対策を R-Map 上に示したものです。
- この方法は、対策によるリスク低減の効果を把握しやすい方法といわれています。そのため、製品事故が発生した際に、リコールを実施するかどうかを、経営者も含めて判断する際に使用される場合もあるようです。



0

危害の程度

Risk ID 1 の R-Map



0

危害の程度

Risk ID 2 の R-Map

消費生活用製品におけるリスクアセスメントガイドライン検討委員会 委員名簿

(敬称略 五十音順)

	氏名	所属
委員長	宮村 鐵夫	中央大学理工学部経営システム工学科 教授
委員	新井 克	株式会社損保ジャパン・リスクマネジメント リスクエンジニアリング 事業部 シニアコンサルタント
	宇田川 将生	東京海上日動リスクコンサルティング株式会社 製品安全マネジメン ト第二グループ グループリーダー
	櫻橋 晴雄	社団法人日本ガス石油機器工業会 専務理事
	清水 壮一	日本福祉用具・生活支援用具協会 専務理事
	西田 佳史	独立行政法人産業技術総合研究所 デジタルヒューマン研究センタ ー人間行動理解チーム チーム長
	野口 和彦	株式会社三菱総合研究所 研究理事
	吉岡 包晴	財団法人家電製品協会 技術法規専門委員会 委員長
事務局	石原 嘉一	株式会社三菱総合研究所 安全科学グループ
	大谷津 裕	株式会社三菱総合研究所 安全科学グループ
	首藤 俊夫	株式会社三菱総合研究所 安全科学グループ
	土屋 正春	株式会社三菱総合研究所 安全科学グループ
	美濃 良輔	株式会社三菱総合研究所 安全科学グループ

お問い合わせ先

経済産業省 商務流通グループ 製品安全課



〒100-8901 東京都千代田区霞が関1丁目3番1号

TEL 03-3501-4707

FAX 03-3501-6201