

経営工学編：技術に携わる者であれば、必須の工学

# 安全工学

## Safety Engineering

2014年12月31日版

工学博士 中小企業診断士

芳 賀 知 Satoru Haga, Ph.D

All rights reserved. No part of this material may be reproduced, in any form or by any means, without permission.

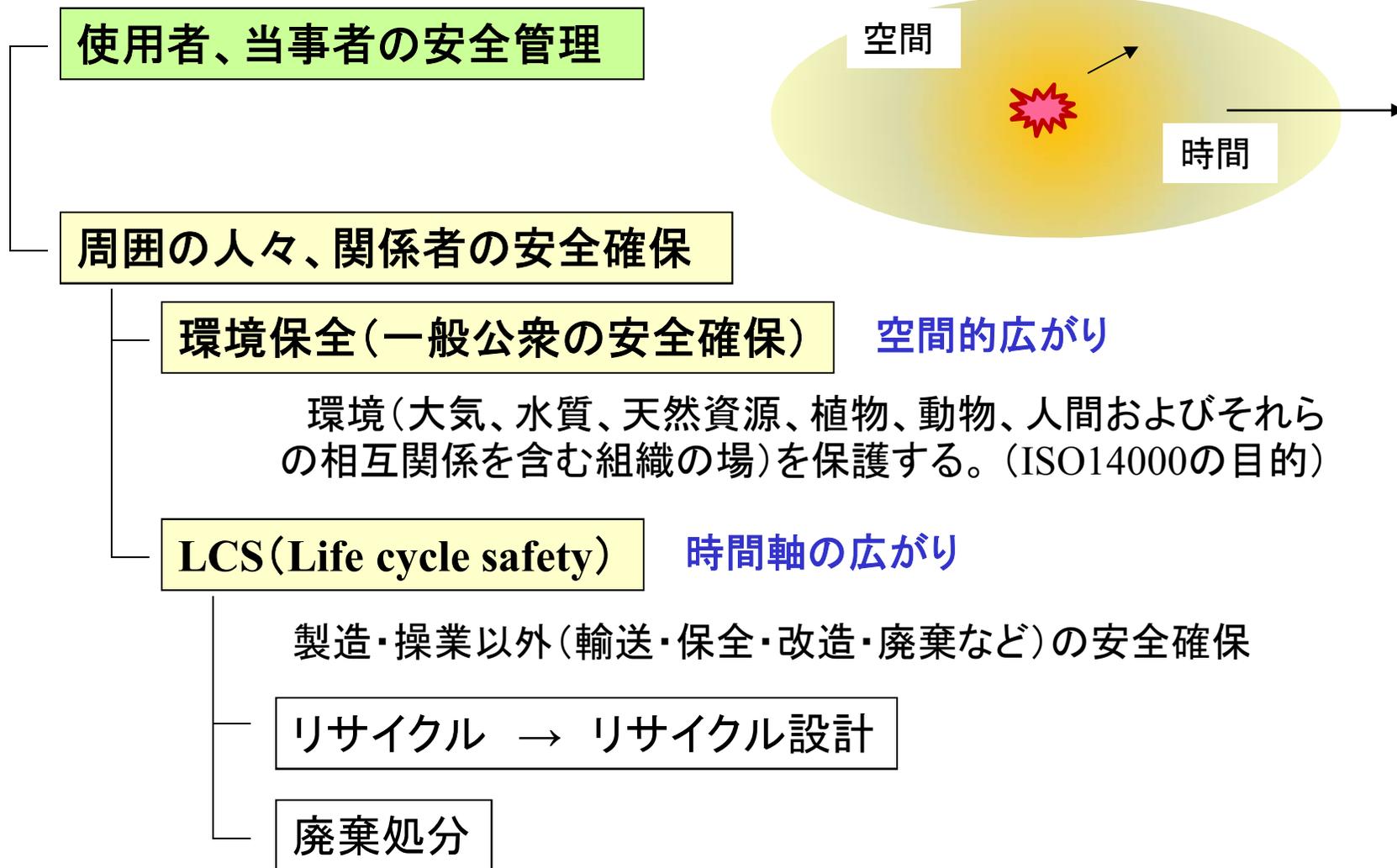
# I. 安全工学の基本

---

1. 安全管理の体系と基本
2. 安全管理の基本的な考え方
3. 機械の安全化の手順
4. 安全分析(リスクアセスメント)
5. 機械の安全方策
6. 安全分析(原因ーリスク)の手法
7. 安全設計の実際

# 1. 安全管理の対象と法律の体系

## (1) 安全管理の対象



# 1. 安全管理の対象と法律の体系

## (2) 安全管理に関連する法律の体系

### 第1種災害防止 — 主に工場、その他の職場の安全

・労働安全衛生法、鉱山安全法、火薬類取締法、ボイラー及び圧力容器安全規則、クレーン等安全規則、有機溶剤中毒予防規則など

### 第2種災害防止 — 主に製品・食品に関連する事故の防止

- ①製品分野ごとの規制
- ②消費者安全
- ③被害者救済
- ④刑事責任

### 第3種災害防止

— 不特定多数の人や環境に悪影響を及ぼす物質の規制

- ①工場や施設の事故防止
- ②環境保全
- ③放射性物質に関する規制
- ④化学物質の総合的管理

# 1. 安全管理の対象と法律の体系

## (3) 安全に関する具体法令

### ○製品安全4法

- ・消費生活用製品安全法:消費生活用製品
  - ・電気安全用品法:電気用品 (PSEマーク制度あり)
  - ・ガス事業法:ガス用品
  - ・液化石油ガスの保安の確保及び取引の適正化に関する法律:LPガス用品
- 消費者安全
  - 製品分野ごとの安全
  - 製品分野ごとの安全
  - 製品分野ごとの安全

### ○その他

- ・薬事法:医薬品、医薬外品、化粧品などの健康・衛生
  - ・食品衛生法:飲食料品、食品添加物などの食品安全
  - ・品質表示法:一般製品の品質表示
  - ・消防安全法
  - ・電波法:電波障害
  - ・道路運送車両法:車両など (車検制度など)
  - ・建築基準法:住宅など
- 工場や施設の事故防止
- その他

### ○消費者保護

- ・PL法:製造物責任
  - ・その他
- 被害者救済

## 2. 安全管理の基本的な考え方

### (1) 安全に関する基本的な考え方

○基本原則：安全は作るもの

○責任規範の方向

・過失責任 → 無過失責任

故意、過失によらない → 「安全配慮の責務」  
(人間の善意、注意など) (仕組みやシステムなどによる)

○安全法制の原則(EU)

- 1) 原因発生者責任主義
- 2) 現状回復主義
- 3) 平等・公正主義

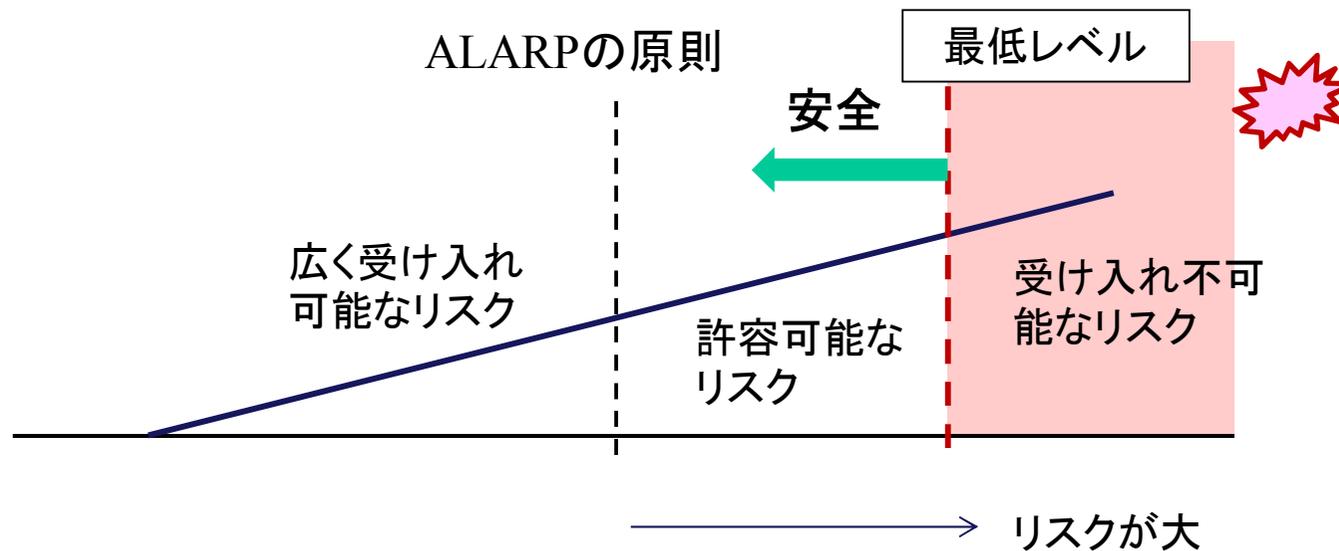
## 2. 安全管理の基本的な考え方

### (2) 安全とリスク

安全(safety):

受容できないリスクがないこと。(ISO/IEC Guide51:1999)  
(多少の残留リスクは認めている。)

注)ISO、IECは国際規格



受け入れ不可能なリスク: Unacceptable risk

許容可能なリスク: Tolerable risk

広く受け入れ可能なリスク: Acceptable risk

★留意事項: 絶対安全はない

なお、最近では安全という用語は使わずに、リスク低減などという傾向にある。

## 2. 安全管理の基本的な考え方

### (2) 安全とリスク

リスク(risk) :

危害(harm)の発生確率とその危害の程度(severity)の組み合わせ。(ISO/IEC Guide51:1999)

$$\text{リスク(R)} = \text{危害の発生確率(P)} \times \text{危害の程度(S)}$$

(補足)危害(harm) : 人体の受ける物理的な損傷若しくは健康障害、または財産若しくは環境の受ける害(damage)。

許容可能リスク(Tolerable risk) :

社会における現時点での評価に基づいた状況下で受け入れられるリスク。  
(ISO/IEC Guide51:1999)

受け入れ可能なリスク(Acceptable risk) :

定義はない。

## 2. 安全管理の基本的な考え方

### (2) 安全とリスク

(補足)

許容可能リスク(Tolerable risk) :

社会における現時点での評価に基づいた状況下で受け入れられるリスク。  
(ISO/IEC Guide51 : 1999)

- ・現時点で、便益・有用性と対比して社会に受け入れられるレベル
- ・社会環境、技術の進歩によって、その基準は変わっていく

(議論)

- 航空機 本質的に墜落は回避できない  
現状では、航空機ほど高速な移動・輸送手段はない
- 自動車 本質的に衝突や事故は回避できない  
現状では、自動車ほど便利な点から点への移動・輸送手段はない  
シートベルト、エアバッグなどが必須 と変化してきた
- 石油ストーブ 火を使うために、本質的に火事、火傷の危険がある  
手軽、安価で暖房能力が優れている  
さまざまな安全機能が付加 と変化してきた

## 2. 安全管理の基本的な考え方

### (3) 安全管理・安全工学とは

#### 安全管理:

安全を確保するために、計画、統制する活動。

#### 安全工学:

工業、医学、社会生活等において、システムや教育、工具や機械装置類等による事故や災害を起りにくいようにする、安全性を追求・改善する工学

### 3. 機械の安全化の手順

#### 機械の安全化の手順

安全分析

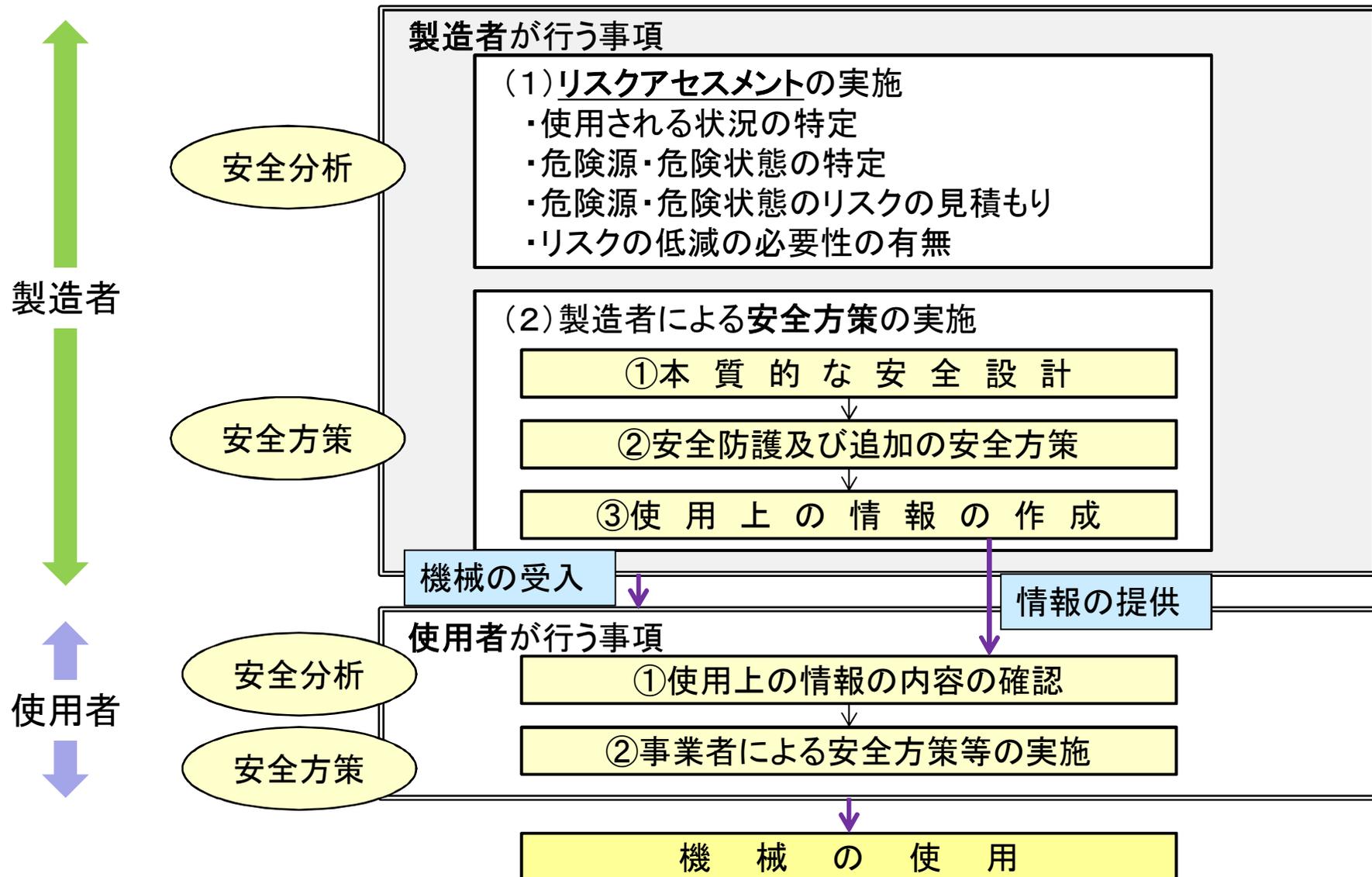
どのようなリスクがあるか  
 どの程度のリスクか  
 ⇒ 許容できないリスクには対策



安全方策

○本質的に安全にできないか(設計)  
 ↓  
 ○安全を確保するための機能、手段を追加  
 ↓  
 ○注意を喚起

### 3. 機械の安全化の手順



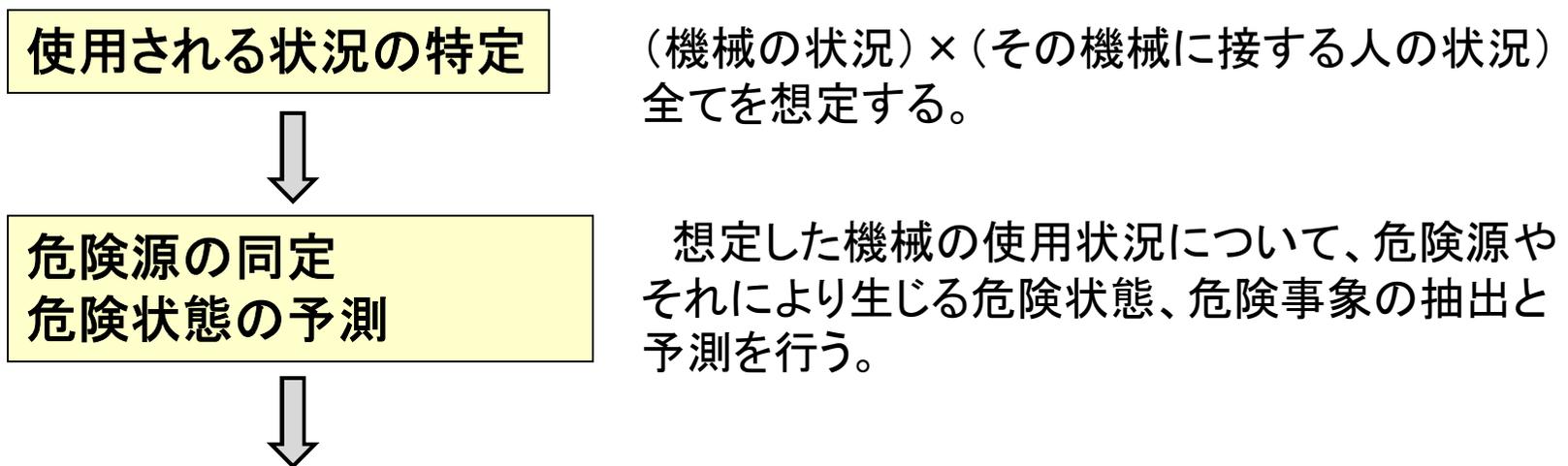
厚生労働省：機械の包括的な安全基準に関する基準、2001年6月より

## 4. 安全分析(リスクアセスメント)

### 安全分析(リスクアセスメント)

製品に潜む危険の抽出や製品が万一故障したときに発生する可能性のある危険事象を抽出して、それらの対策を施すための活動。

(リスクアセスメントの手順)



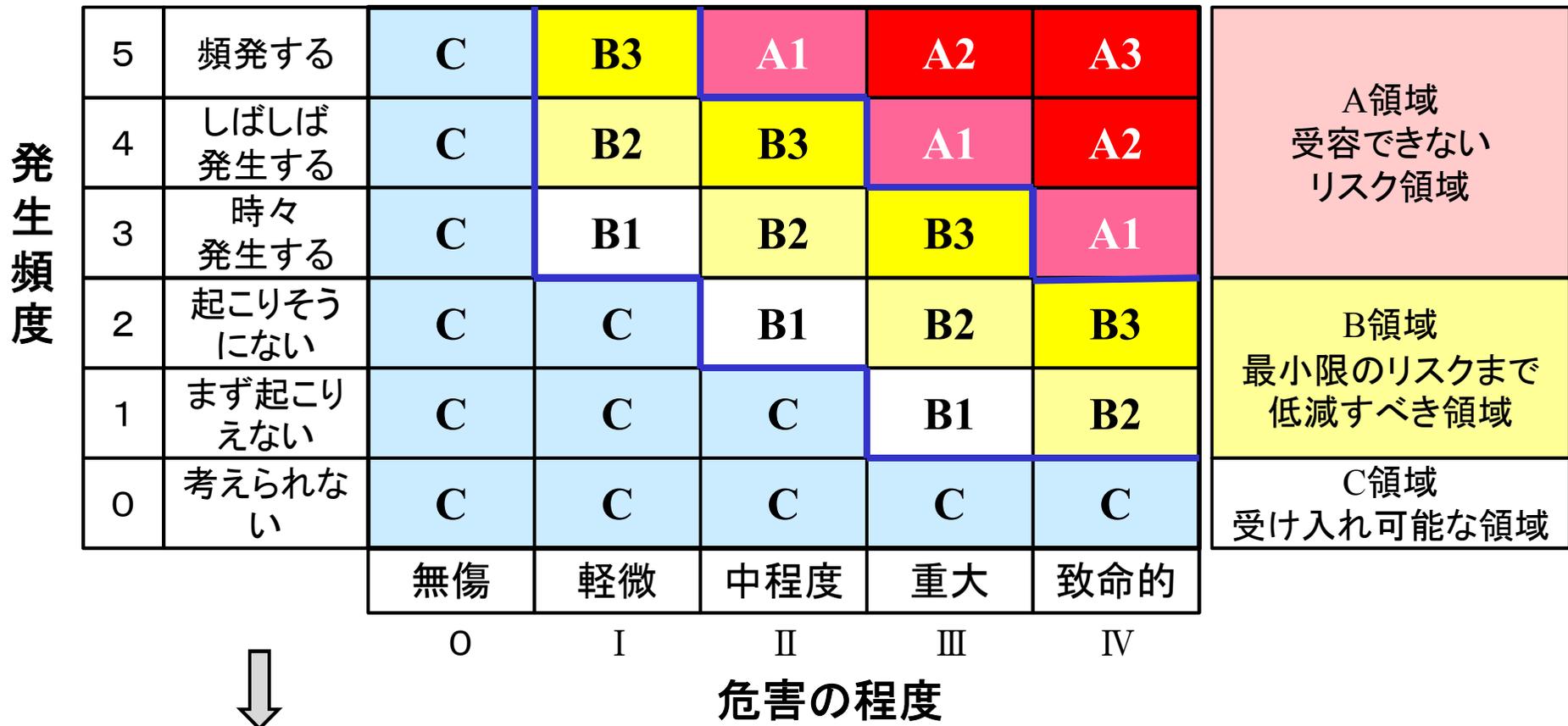
# 4. 安全分析(リスクアセスメント)

## 安全分析(リスクアセスメント)

(リスクアセスメントの手順)

危険源・危険状態のリスクの見積もり、評価

R-Mapの例  
((財)日本科学技術連盟 開発)



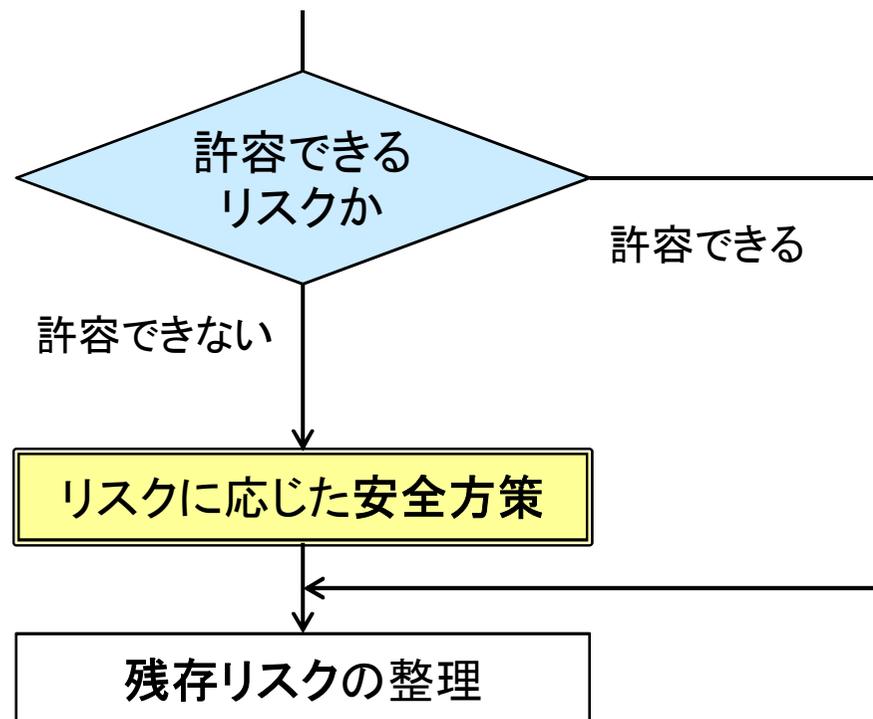
## 4. 安全分析(リスクアセスメント)

### 安全分析(リスクアセスメント)

(リスクアセスメントの手順)

リスク低減の必要性、対策について検討、判断

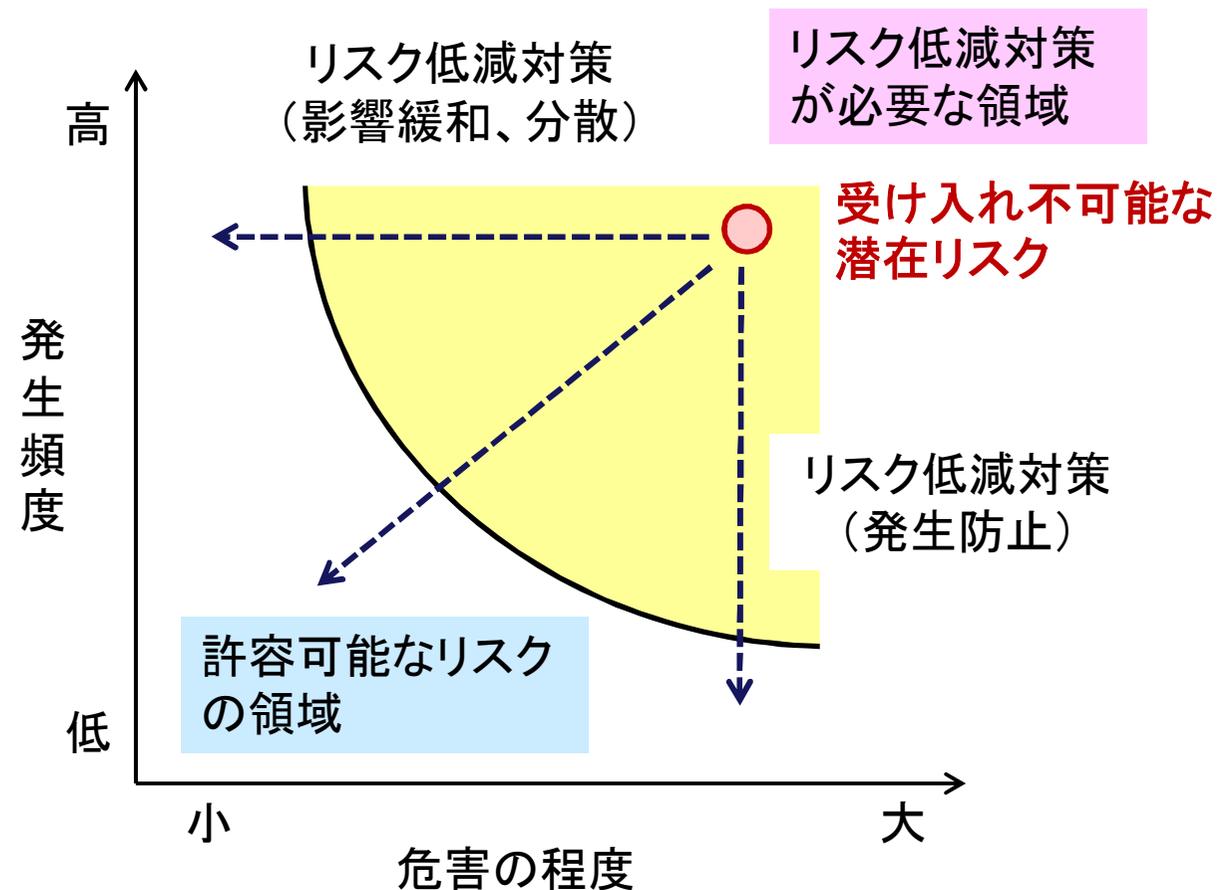
評価したそれぞれのリスクに対して



## 4. 安全分析(リスクアセスメント)

### 安全分析(リスクアセスメント)

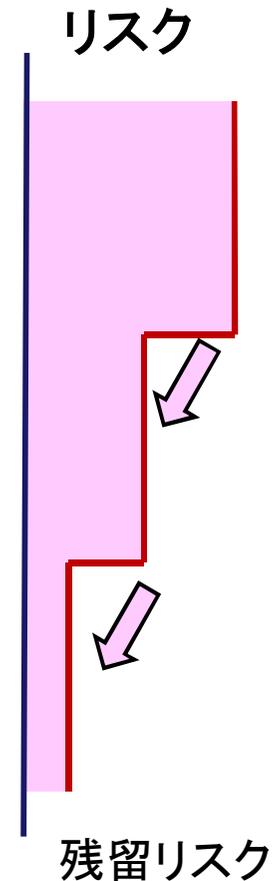
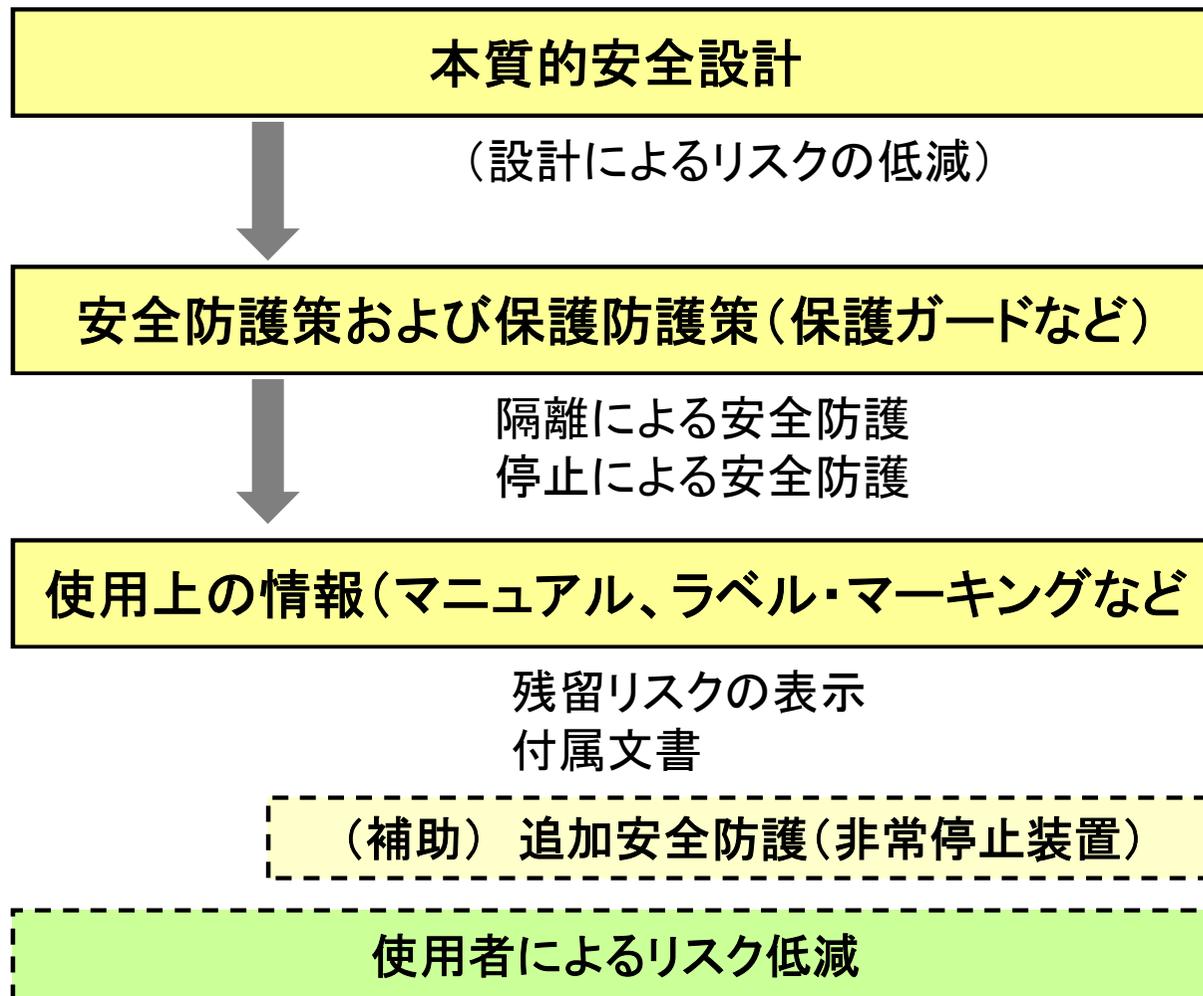
(リスク対応の概念図)



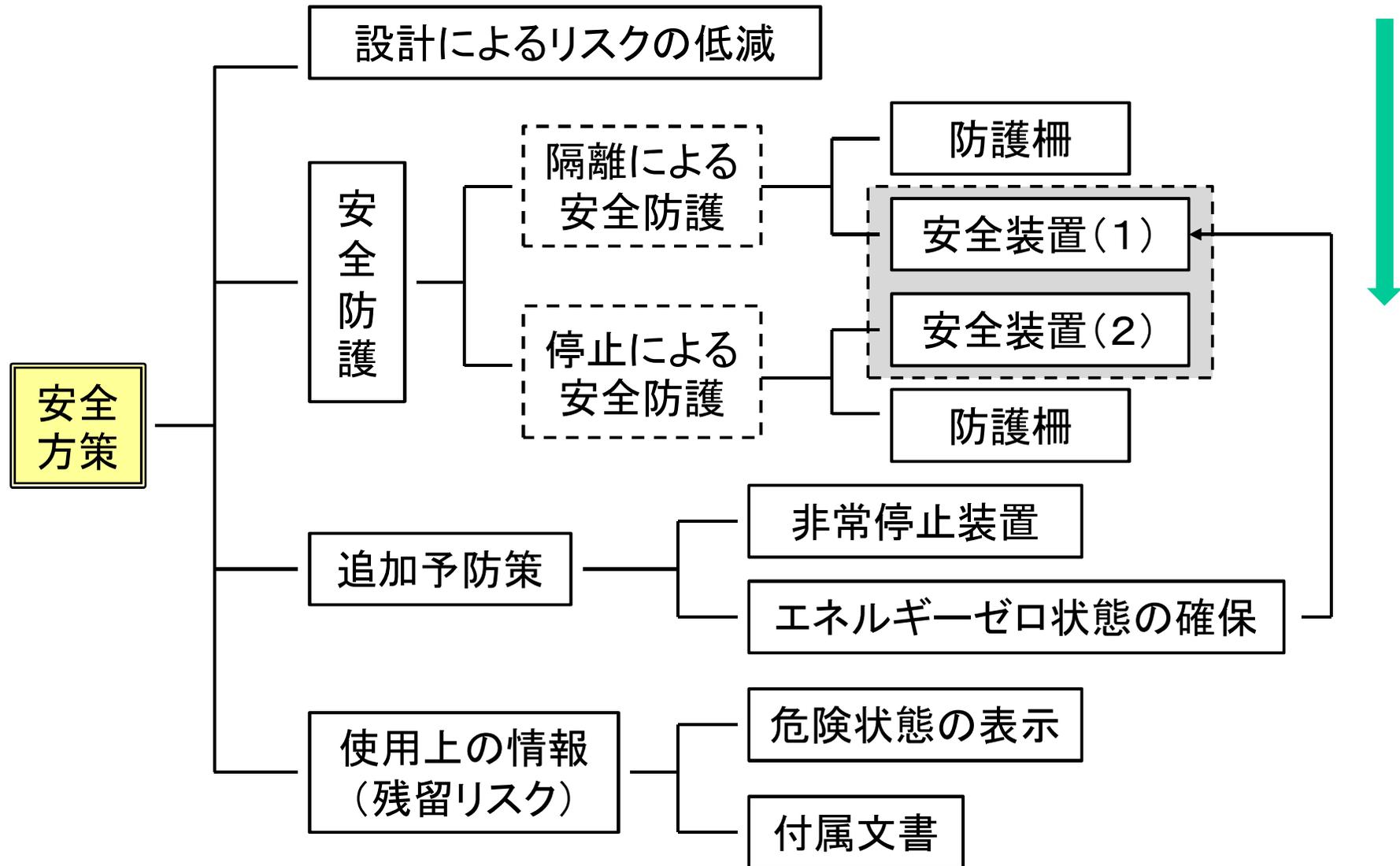
## 5. 機械の安全方策

### (1) 安全方策の実施

リスクの低減 (3 Step Method)



# 5. 機械の安全方策



## 6. 安全分析(原因ーリスク)の手法

### (1) 安全分析(原因ーリスク)の手法

┌	FTA	ー トップダウンの技法	HAZOP	ー シナリオ分析
	FMEA	ー ボトムダウンの技法		

### (2) FTA (Fault Tree Analysis)

#### 故障の木解析

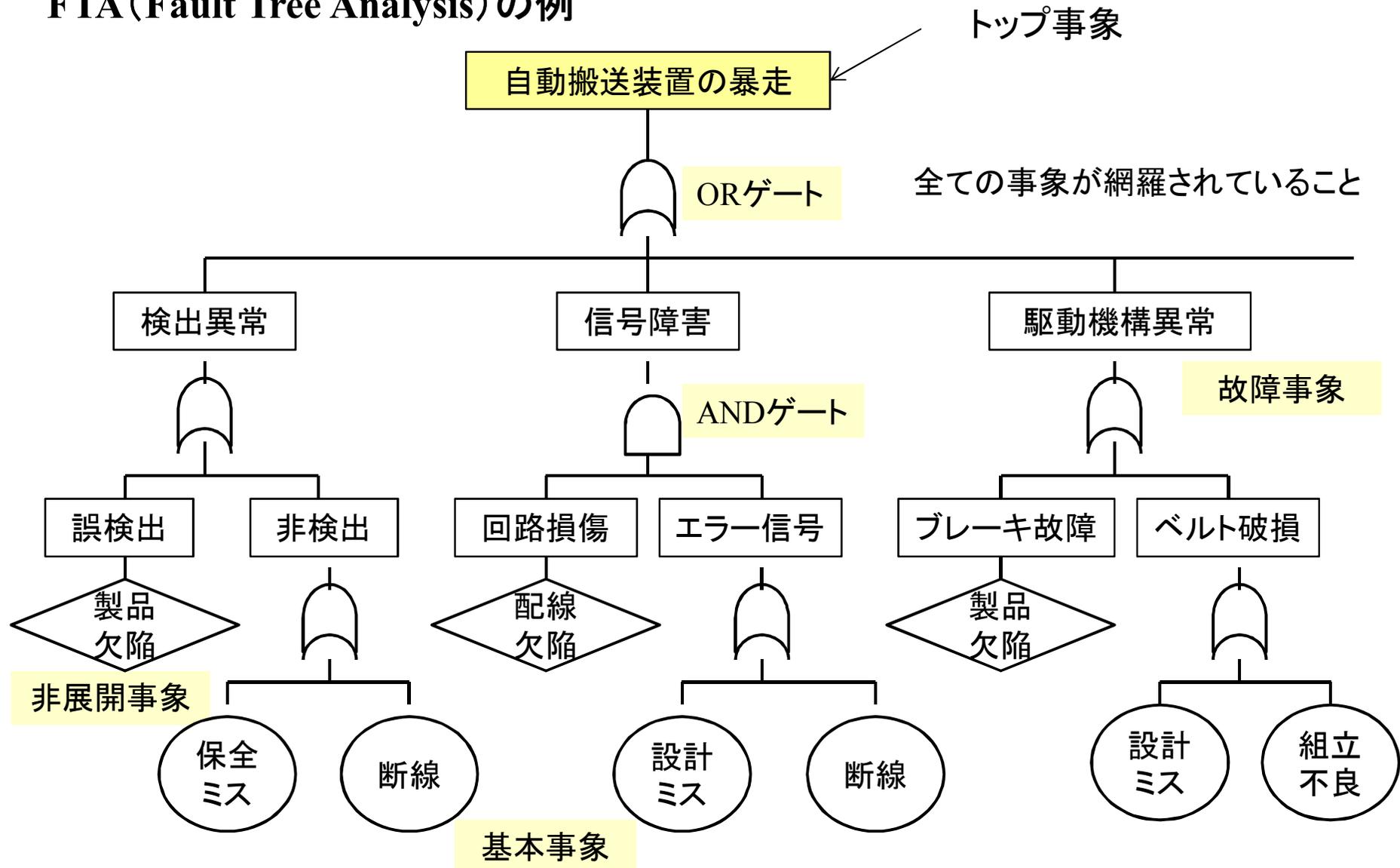
- ・1961年 米国 ベル研究所がICBM(大陸間弾道弾) ミニットマンミサイルの発射制御システムの信頼性評価・安全性評価のために開発。  
その後、ボーイングが活用。
- ・機械・機器から構成部品へ解析を行うトップダウンの技法。
- ・機械・機器の不安全状態や故障をトップ事象として、その一次原因となる事象を抽出し、さらにその一次原因を生じさせる原因を考える を繰り返す。



トップダウン

# 6. 安全分析(原因-リスク)の手法

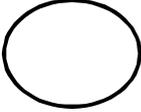
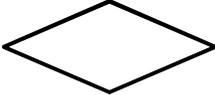
## FTA (Fault Tree Analysis) の例



## 6. 安全分析(原因-リスク)の手法

FTA (Fault Tree Analysis) で用いる記号

### 事象記号

記号	名称	説明
	事象	故障、不具合などの事象
	基本事象	これ以上展開しない基本的な事象
	非展開事象	情報不足でこれ以上展開できない事象

### 論理記号

記号	名称	説明
	ORゲート	下位事象のいずれかが発生すると上位事象が発生
	ANDゲート	下位事象の全てが発生すると上位事象が発生

## 6. 安全分析(原因ーリスク)の手法

### (2) FTA (Fault Tree Analysis)

#### (メリット)

- ・定性的、定量的の両方が可能である。
- ・トップ事象の発生確率を計算できる。(基本事象の発生確率がわかる場合)
- ・多重故障モード、ヒューマンエラーに関する故障、ソフトウェアからハードウェアまで解析可能。
- ・事前、事後の両用解析が可能である。

#### (留意点)

- ・解析に時間と要員を必要とする。
- ・全ての不安全状態や故障を事前に推定・抽出するのが困難である。
- ・数量化のための基礎データが得られにくい。
- ・外乱の定量モデルが必要。

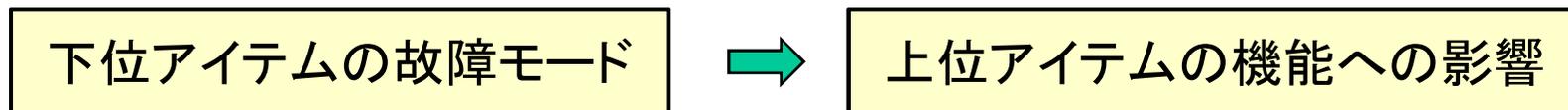
## 6. 安全分析(原因-リスク)の手法

### (3) FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) 故障モード・影響解析

- ・ 1940年代 米国陸軍が正式導入、1960年代 米国で有人宇宙船計画で使用
- ・ 構成部品ごとに考えられる故障状態(故障モード)を想定し、その故障から機械・機器の運転に与える支障(故障)。およびそれから生じるリスクを抽出する。
- ・ 構成部品から機械・機器へ解析を行うボトムアップの技法である。
- ・ 定性的な技法である。
- ・ 事前解析技法である。

**故障モード** 故障の原因と故障の中間に位置、共通的な現象

- ・ 故障(機能障害)そのものではなく、故障をもたらす不具合事象の様式分類
- ・ 故障状態の形式による分類。例えば、断線、短絡、折損、摩耗、特性の劣化など



ボトムアップ

## 6. 安全分析(原因ーリスク)の手法

### FMEA (Failure Mode and Effect Analysis) の例

表に記入する方式

例: エアコン設計用FMEA

部品、機構	状態、機能	故障モード	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	管肉厚増大、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	弁摩耗	暖停止不能	A	弁漏れ小の構造 メンテナンス	加速耐久性確認
	電極破損	絶縁不良	火災	A	保護カバー採用	破損時、問題なし
ドレンポンプ	回らず	過熱(軸受)	排水不能 運転不能	A	モータ部冷却強化 玉軸受採用、保護回路	(20年以上) 確認
		(巻線)		A		

## 6. 安全分析(原因-リスク)の手法

### (3) FMEA (Failure Mode and Effect Analysis)

(FMEAの適用)

- ・ 設計FMEA
- ・ 工程FMEA

仮定: 下位アイテムの単一故障源が 上位アイテムの故障原因となる

(メリット)

- ・ アイテムの故障モードだけを考えるので、簡単である。

(留意点)

- ・ 各故障モードの横のつながりや相互作用などがわかりにくい。
- ・ ソフトウェアの不具合、ヒューマンファクタは含まれない。
- ・ 故障の一次原因による機械の故障やリスクの予測のみであり、人に対する傷害事故までを検討するのは困難である。

## 6. 安全分析(原因-リスク)の手法

### (4) FTAとFMEAの比較

項目	FTA	FMEA
解析方向	トップダウン	ボトムアップ
評価基準	定性的／定量的	定性的
解析機能	信頼性解析 安全性解析	信頼性解析
対象時期	事前／事後	事前
追究原因	階層的背後原因	1次原因のみ
技法	論理記号でツリー化	表形式
留意点	<ul style="list-style-type: none"> <li>・全ての不安全状態や故障を事前に推定・抽出するのが困難</li> <li>・数量化のための基礎データが得られにくい</li> </ul> など	<ul style="list-style-type: none"> <li>・故障モードの相互作用などがわからない</li> <li>・ソフト、ヒューマン・ファクターが考慮されていない</li> <li>・人への障害等は考慮されにくい</li> </ul> など

## 6. 安全分析(原因-リスク)の手法

### (5) HAZOP(Hazard and Operability Study) -危険シナリオ分析法

当研究所 販売商品  
電子書籍セット(CD3枚セット)を  
ご覧ください

## 7. 安全設計の実際

### (1) 本質安全と機能安全

#### <本質安全>

・機械が人間や環境に危害を及ぼす原因そのものを低減、あるいは除去する

→ 鉄道の人身事故：  
鉄道の線路と道路の  
交差部を立体交差に  
すれば、踏み切り上で  
事故に遭遇する可能  
性はない。



(東京 京浜急行 蒲田駅付近)

#### <機能安全>

・機能的な工夫(主として、電子制御機能)を付加して、許容できるレベルの安全を確保すること

→ 自動車の衝突事故: 自動車のセンサーで、障害物を探知し、事前に自動車にブレーキをかける。



(スバル アイサイト)

## 7. 安全設計の実際

### (2) 機能安全 (functional safety) IEC61508から

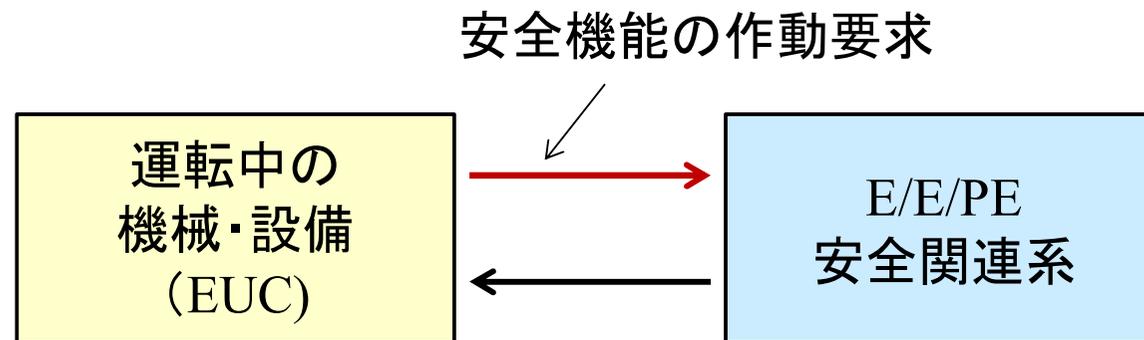
**機能安全**: EUC (Equipment under control) と EUC 制御系の全体に関する安全のうち、E/E/PE 安全関連系およびリスク軽減施設の正常な機能に依存する部分。

機能安全とは、安全機能が正しく作動することによって実現される安全性の一部。

**安全機能**: リスクを許容できる水準まで低減するための機能。

**安全度 (safety integrity)**: 安全関連系が安全機能を遂行する確率。

#### — EUC と安全関連系 —



 作動要求時の機能失敗確率: PFD

## 7. 安全設計の実際

### (3) 安全確保の手法

当研究所 販売商品  
電子書籍セット(CD3枚セット)を  
ご覧ください

## II. 安全工学の展開

---

1. 安全に関する国際規格
2. リスクベース設計
3. PL対応設計
4. 環境安全とLCS
5. 環境関連法規制、規格

# 1. 安全に関連する国際規格

## 1.1 国際規格の体系

### (1) 国際規格の体系

ISO/IECガイド51

A規格:基本安全規格 — 全ての機械類に適用可能  
設計のための基本原則、用語などを定める規格

- ・ISO12100:基本概念、設計のための一般原則
- ・ISO14121:リスクアセスメント原則

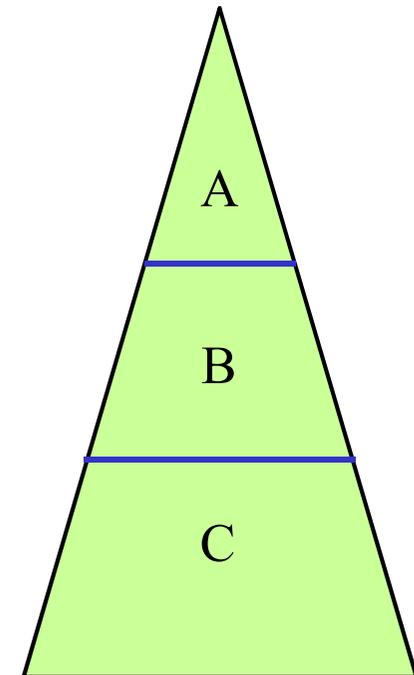
B規格:グループ安全規格  
— 安全面、安全装置に関する規格

ガード、両手操作制御装置、安全距離などを定める規格

- ・ISO13849-1:制御システム安全規格
- ・ISO61508:機能安全規格 ⇒ 別紙

C規格:産業別安全規格 — 個別の機械を対象とする規格

機械、または機械グループのための詳細な安全要求を定める規格



# 1. 安全に関連する国際規格

## C規格: 産業別安全規格

IEC61508 機能安全規格

分野別規格が存在しない場合は、IEC61508を適用

(分野別規格)

自動車 ISO26202

産業機械 IEC62061

医療機器 IEC62304

電子制御モータ IEC61513

原子力 IEC61513

プロセス産業 IEC61511

鉄道 IEC62278

フィールドバス IEC61784

ロボット ISO10218

[補足]

○国際規格

・WTO／TBT協定

TBT協定は、工業製品等の各国の規格及び規格への適合性評価手続き(規格・基準認証制度)が不必要な貿易障害とならないよう、国際規格を基礎とした国内規格策定の原則、規格作成の透明性の確保を規定。

製品の国際貿易が必要以上妨げられること(貿易の技術的障害: Technical Barriers to Trade)を、できるだけなくすることを目的。

TBT協定はWTO一括協定となっており、WTO加盟国全部に適用。

・ISO/IEC

**ISO(国際標準化機構: International Organization for Standardization)**

各国の代表的標準化機関から成る国際標準化機関で、電気及び電子技術分野を除く全産業分野(鉱工業、農業、医薬品等)に関する国際規格を作成。

**IEC(国際電気標準会議: International Electrotechnical Commission)**

各国の代表的標準化機関から成る国際標準化機関であり、電気及び電子技術分野の国際規格を作成。

# 1. 安全に関連する国際規格

## 1.2 機械の安全設計プロセスと国際規格

(安全方策) – ISO 12100 (基本安全規格)

- 1) 機械の制限を決定 (使用の制限、時間の制限、空間の制限)
- 2) 危険源の特定 (同定、識別、洗出し)
- 3) 安全分析 – リスクの見積りと評価 (リスクアセスメント)
- 4) 安全方策の実施 (3 Step Method) ⇒ 次のスライド
- 5) 安全機能の必要性を判断



(安全機能) – ISO 13849-1, ISO 13849-2, IEC 62061, IEC 61508

- 6) 安全機能の要求を決定
- 7) 機械的結合の安全原則 (ポジティブモード化) により、信頼性工学で設計
- 8) 信頼性の評価 (危険側故障発生確率、自己診断率、共通原因故障)
- 9) 信頼性の検証
- 10) 安全機能の要求に対する信頼性の妥当性確認

(補足) ポジティブモードの結合: 機械的構成品が直接接触して、又は剛性要素を介して他の機械的構成品と連動する場合を、ポジティブモードでの結合と呼ぶ。

# 1. 安全に関連する国際規格

## 1.2 機械の安全設計プロセスと国際規格

[国際規格における機械安全の特徴]

- 1) 安全規格の階層化
- 2) 安全分析(リスクアセスメント)に基づく安全性評価
- 3) 安全の階層的実現法
- 4) 安全対策のランク付け
- 5) 製品のライフサイクル全般にわたって安全を組み込む(ISO9000に基づく)
- 6) 製造物責任の配慮
- 7) 常に改訂の対象

# 1. 安全に関連する国際規格

## 1.3 安全装置における許容リスクの考え方

### (1) 安全対策カテゴリー IEC13849-1

－「構造を考慮した確定論」による安全対策

安全に関する制御システムを以下のカテゴリーにランク付け。

安全対策カテゴリー B: 普通の安全装置

安全対策カテゴリー 1: 信頼性の高い部品を使った安全装置

安全対策カテゴリー 2: 安全機能を定期的にチェックしている安全装置

安全対策カテゴリー 3: 部品の一つが故障しても正常に稼働する安全装置

安全対策カテゴリー 4: 部品の一つが故障しても正常に稼働し、かつその故障が事前に検出できる安全装置

評価されたリスクに対し、対応した安全対策カテゴリーの方策を施すことで、許容可能なリスクに達したとみなす。

### (2) 安全インテグリティレベル(SIL) IEC61508

－「純粋に確率論」で危険側故障率を考える

電子機器、コンピュータにより安全を確保するシステムのランク分け。

# 1. 安全に関連する国際規格

## 1.4 機能安全規格

### (1) プロセス産業における機能安全規格 IEC61508

プロセス産業における電気(electric)・電子(electronic)・プログラマブル電子(programable electronic)(以下、E/E/PE)の機能安全に関する国際規格。

E/E/PEの機能または故障・障害によって人命に大きな影響を与えるものなどを対象とする。例えば、輸送機器、化学プラント、医療機器などでE/E/PEによるもの。機械だけで構成する装置は対象外。

(主旨)

保護(安全)装置・システムの危険側故障率を低減することで、確率で安全性を確保しようとする規格。

### (2) 機能安全(functional safety)とは

EUC(Equipment under control)とEUC制御系の全体に関する安全のうち、E/E/PE安全関連系およびリスク軽減施設の正常な機能に依存する部分。

機能安全とは、安全機能が正しく作動することによって実現される安全性の一部。

# 1. 安全に関連する国際規格

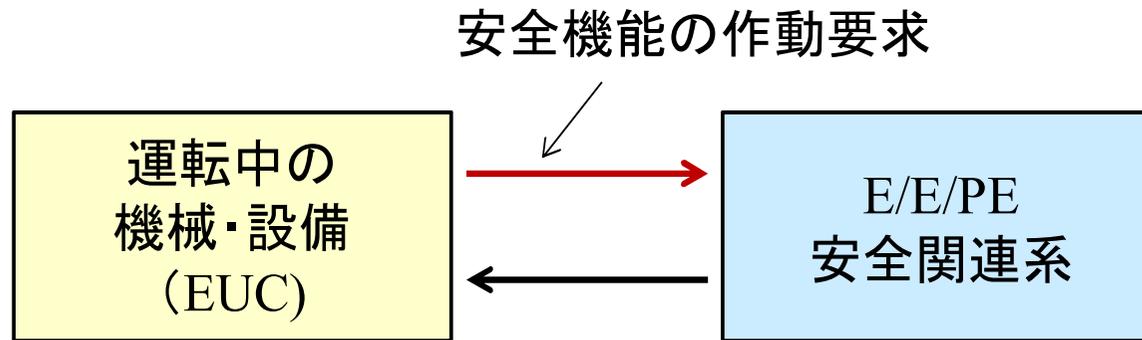
## (3) 安全機能と安全度

安全に対するリスクに応じて、要求される安全機能と安全度が決まる。

安全機能: リスクを許容できる水準まで低減するための機能。

安全度 (safety integrity): 安全関連系が安全機能を遂行する確率。

### —EUCと安全関連系—



 作動要求時の機能失敗確率: PFD

# 1. 安全に関連する国際規格

## (4) 安全度水準 (SIL: Safety Integrity Level)

・待機している安全関連系に作動要求するシステム

安全度水準	低頻度作動要求モード運用 (作動要求あたりの設計上の機能失敗平均確率)
4	10 <sup>-5</sup> 以上10 <sup>-4</sup> 未満
3	10 <sup>-4</sup> 以上10 <sup>-3</sup> 未満
2	10 <sup>-3</sup> 以上10 <sup>-2</sup> 未満
1	10 <sup>-2</sup> 以上10 <sup>-1</sup> 未満

化学プラント  
のような場合

・常時、安全関連系が働いているようなシステム

安全度水準	高頻度作動要求モード及び連続モード運用 (単位時間あたりの危険側故障確率)
4	10 <sup>-9</sup> 以上10 <sup>-8</sup> 未満
3	10 <sup>-8</sup> 以上10 <sup>-7</sup> 未満
2	10 <sup>-7</sup> 以上10 <sup>-6</sup> 未満
1	10 <sup>-6</sup> 以上10 <sup>-5</sup> 未満

工作機械の  
ような場合

危険側故障確率: 危険状態を生じるような機械類の故障の発生確率

# 1. 安全に関連する国際規格

## (5) 故障の種類

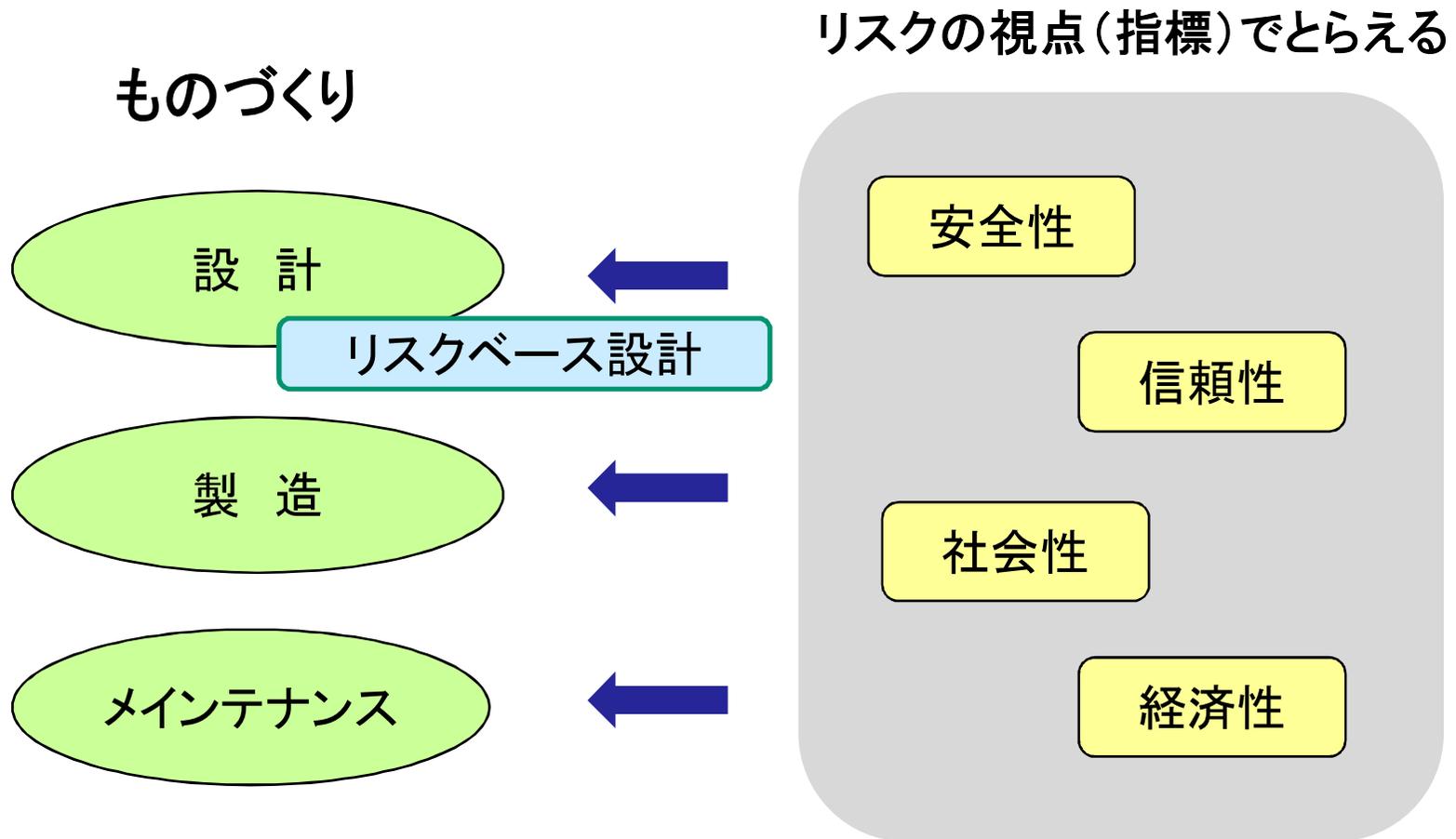
- ランダムハードウェア故障
  - ・部品や材料の摩耗、劣化によって起こる故障
  - ・偶発的に発生するハードウェア故障
- システマティック故障
  - ・仕様の誤りや設計ミス、ソフトのバグなど
  - ・ある条件のもとで、必ず、全数、発生する
- その他
  - ・環境上の故障
  - ・運用上の故障

## (6) 規格対応のポイント

- 1) 「安全コンセプト」(開発製品の安全に関連する範囲や安全度水準)の立案
- 2) 製品に必要な安全度水準を決定の上、ライフサイクルの全てに渡って、安全確保の活動
- 3) 人・組織・技術の管理システムとして要求事項への適合

## 2. リスクベース設計

### (1) リスクベース工学 (Risk-based engineering)



例) 信頼性指標(故障率など)は、  
リスクとの関連が明確でない

## 2. リスクベース設計

### (2) リスクベース設計 の体系

当研究所 販売商品  
電子書籍セット(CD3枚セット)を  
ご覧ください

## 2. リスクベース設計

### (3) リスクの種類

当研究所 販売商品  
電子書籍セット(CD3枚セット)を  
ご覧ください

## 3. PL対応設計

### PL法(Product Liability: 製造物責任法)

#### (1) PL法の主旨

- ・製造物の欠陥に起因する被害者の保護
- ・厳格な無過失責任が適用
  - 予見可能性がない
  - 結果回避可能性がない
  - 義務違反がないなどは免責の理由にならない
- ・欠陥の立証には、欠陥発生メカニズムなど詳細、具体的内容は求めている
- ・「開発危険の抗弁」が認められれば免責となる

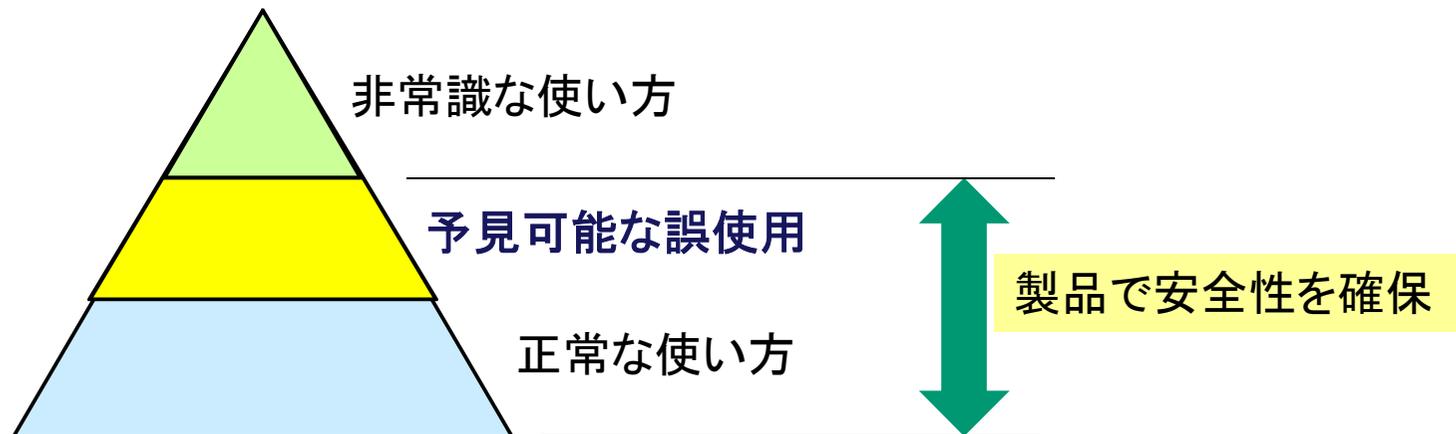
### 3. PL対応設計

#### (2) 欠陥の定義

当該製造物の特性、通常予見される使用形態、その製造事業者等が当該製造物を引き渡した時期その他の当該製造物に係る事情を考慮して、当該製造物が通常有すべき安全性を欠いていることをいう。

#### (3) 消費者の損害賠償請求

消費者は、「製品の欠陥」だけを示せばよい  
「製造業者の過失」を証明する必要はない



## 3. PL対応設計

---

### (4) 開発危険の抗弁

入手可能、かつ世界最高の水準の知見によっても、欠陥の認識が不可能

通常製品で認められることは難しい

## 4. 環境安全とLCS

### (1) 環境保全

#### 環境適合設計(環境配慮設計) Df-D: Design for Environment

##### 1) 環境適合材料の選定

エコマテリアルの選定など

##### 2) 環境への影響評価

##### 3) 分解・リサイクル性の評価

参考: 危険な素材の例

物質名	使用先	危険性	対策
アスベスト (石綿)	ガスケット・ 建材	飛散による肺がんや石綿肺	熱硬化性樹脂・ガラスなどの複合材 の使用
PVC	電線の被覆	焼却時に塩素ガスやダイオキ シンが発生	難燃ポリエチレン、耐燃架橋ポリエ チレンの使用
PCB	電気絶縁体	内分泌攪乱物質	製造・使用禁止
ホルムアル デヒド	塗料・接着 剤	シックハウス症候群	使用濃度規制

## 4. 環境安全とLCS

### (1) 環境保全

#### リサイクル設計

##### 1) 共通化、長寿命設計

ユニット、部品を共通化し、長寿命設計とする → 再使用可能

##### 2) 分離設計

ユニット、部品を分解、分離可能とする。

→ ユニット、部品単位で交換可能

##### 3) 集約化、一体化設計

##### 4) 信頼性設計

##### 5) 再使用可能な素材による設計

## 4. 環境安全とLCS

### (2) LCS (Life cycle safety)

ライフサイクルの各ステージにおける危険と対策の考え方

ライフサイクル ステージ	燃料・原料 投入時	製造時	使用時	廃棄時
発生する危険	採掘過剰 森林伐採	廃液漏洩、切屑粉 塵、化学物質放出	挟まれ、切れ、こ すれ、火災、爆発	ダイオキシン発生 鉛の土壤中に浸透
影響・被害	資源の枯渇 生態系異変	公害、労働災害	交通事故 消費者災害	土壌・水質・大気汚 染
対策	リサイクル	安全管理	本質安全など	安全材料

## 5. 環境関連法規制、規格

### 5.1 国内法規

#### (1) 化学物質審査規制法(化審法)

当研究所 販売商品  
電子書籍セット(CD3枚セット)を  
ご覧ください

## 5. 環境関連法規制、規格

### 5.2 最近の欧州の動き

#### (1) RoHS2.0(修正版)指令

当研究所 販売商品  
電子書籍セット(CD3枚セット)を  
ご覧ください

## 5. 環境関連法規制、規格

### 5.2 最近の欧州の動き

(2) REACH規制 (Registration, Evaluation, Authorization and Restriction of Chemicals)

当研究所 販売商品  
電子書籍セット(CD3枚セット)を  
ご覧ください

当研究所 販売商品  
電子書籍セット(CD3枚セット)を  
ご覧ください