

2007年11月9日

第66回全国産業安全衛生大会2007in神戸

これからの機械設備の安全の考え方  
～ 国際動向を踏まえて～

長岡技術科学大学院技術経営研究科  
システム安全専攻  
杉本 旭

# 日本のモノづくりは、狂っている!!!

JR西日本脱線事故

東京ジョイポリス転落事故

森ビル自動ドア挟まれ事故

ブリジストン溶接作業による火災事故

耐震構造の問題

シンデレラタワーの事故

パロディの器の事故

ふじみ野園の幼児のプール事故

シンドラエエレベータ事故

幼児のシュレッダー事故

原発の臨界・トラブル隠し、データ捏造

ジェットコースター事故

産業用ロボットの連続死亡事故

中華航空那覇空港爆発炎上

エスカレーターによる子供の事故

現行の責任が教えられていない。

# 日本製がシンガポールに輸出できない



-C (ミルキーベージュ)  
イエローパネル



## 一般設計原則

日本のモノづくり: どうなっているの

日本製だけが国際規格を無視している。



カタログより

# グローバルスタンダード

ISO / IEC ガイド 51

ISO: 機械系

IEC: 電気系

## 基本概念 - 一般設計原則

(ISO 12100)

# 設計者の事前責任

A

### 基本安全規格:

全ての規格類で共通に利用できる  
基本概念, 設計原則を扱う規格

## 技術者倫理

リスクアセスメント規格 (ISO 14121)

インタロック規格 (ISO 14119)  
ガードシステム規格 (ISO 14120)  
システム安全規格 (ISO 13849-1)  
安全関連部品規格 (ISO 13849-2)  
安全距離規格 (ISO 13852)  
突然の起動防止規格 (ISO 14118)  
両手操作制御装置規格 (ISO 13851)  
マットセンサ規格 (ISO 13856)  
階段類の規格 (ISO 14122)

B

### グループ安全規格:

広範囲の機械類で利用できる  
ような安全, 又は安全装置を扱  
う規格

電気設備安全規格 (IEC 60204)  
非常停止規格 (IEC 13850)  
センサ一般安全規格 (IEC 61496)  
センサ応用規格 (IEC 62046)  
電气的安全機能規格 (IEC 61508)  
スイッチ類規格 (IEC 60947)  
EMC規格 (IEC 61000-4)  
トランス規格 (IEC 60076)  
防爆安全規格 (IEC 60079)

### 個別機械安全規格:

特定の機械に対する詳細な安全要件を規定する規格

製品例: 工作機械, 産業用ロボット, 鍛圧機械, 無人搬送車, 化学プラント, 輸送機械など

# ジェットコースター事故の責任は？(1)

誰の責任(事後責任) 保全管理者(探傷) JIS???

## 安心の構造

- ・遊戯施設の利用者(客):  
リスクゼロと思い込んで、**安心**
- ・スタッフ:  
お客さん相手の深刻な仕事とっていない、**安心**
- ・保全者(施設側):  
深刻なリスクは知らされないで、**安心**
- ・営業:  
危険と言えば売れない、危険なはずがない、**安心**
- ・事業者:  
事故は全て想定外(安全の素人)、**安心**

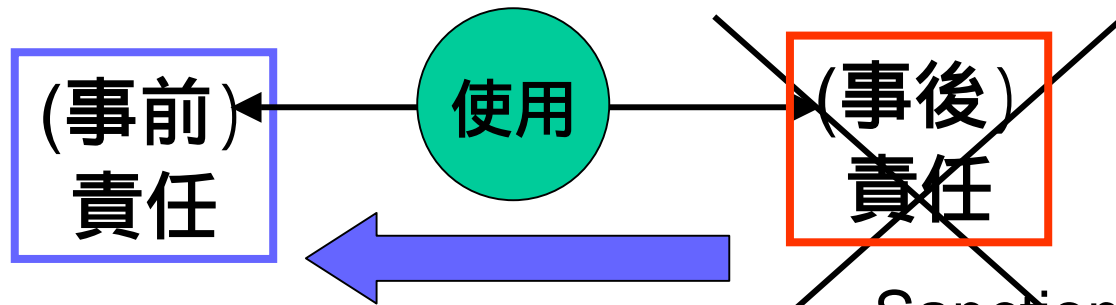
## ジェットコースター事故の責任は？(2)

### 技術者：

(設計者) 自分の設計した機械、  
危険源を知っているのは、私だ、**不安、危険**  
「危険だ」と言えない、真剣に考えたくない。  
虚偽の安全、危険の隠蔽、データ捏造  
不作為の作為  
リスクアセスメントをやらない

リスクアセスメントをやらない / やらせない  
事故があるまで、問題にできない、**強制的安心**？

リスクアセスメントをやらない / やらせない：  
社会の事後処理体質



**Responsibility**  
 (応ずること、応えること)  
 Accountability  
 Stewardship

~~**Sanction**  
 (責めに任ずること)~~

- ・Excuse
- ・Liability
- ・Blame
- ・Burden
- ・Imputation
- ・Answerability
- ・Guilt

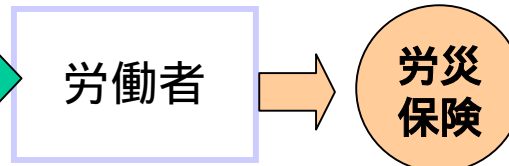
(労災保険)

**設計者**

機械安全  
 (EU機械指令)  
 リスクアセスメント

労働安全枠組み指令  
 89/391EEC  
 リスクアセスメント

**管理者**



# 事前責任(Responsibility):

事前責任の体系(制度)を作る(グローバルな相模)

**事後の刑罰、制裁、経済損出、信用失墜、その他の責め(事後責任)を回避するための準備をすること、させること、後でゴタゴタ言わないこと。**

事前責任の残留危険性への対処 安全管理者  
事故(Accident)に対する補償・救済 無過失責任保険

## 国際規格の目的

設計者責任に基づくリスク低減(安全)の分かる人、  
残留リスクに伴う「事故」の責任が分かる人。



**広義の安全配慮義務:**  
**民法415条、709条、PL法**



**結果予見可能性**



**結果回避可能性**

結果予見可能性、結果回避可能性が認められれば、  
被害者は債務者に損害賠償を要求できる。

**結果責任は誰に？**

# 責任(責めに任ず) 事後的責任:Saction

安全配慮義務(事前の義務) 事後の賠償責任

## 結果責任は誰に？

事故が起こったときに、生々しいところから原因追求が始る

被災者本人のミス  
管理者  
マネージメント  
行政

自己完結

ゴタゴタ  
が生ずる

日本の安全文化は、結果から責任を問う

**責任:Sanction 穩便に!**  
**~日本の事故は自己完結型?~**

労働災害:労災保険は無過失責任保険

- ・労災の80%は人間のミス?
- ・自主管理「カイゼン」は理想的自己完結型?

PL法は、事故隠し、事故の原因隠し?

- ・商品欠陥があるとPL保険が支払われる
- ・PL訴訟結審はこれまで69件(10年間)
- ・PLトラブル 示談(問題清算):10万件を超える

## 安全

事故があるまでは、確率論：

安全は、確率統計論的な災害の予測（リスク）に基づいて判断される。

一旦事故が起こると、確定論：

事故は、何が原因か、誰の責任かというように確定論で扱われる。

## 事故

安全には、必然的に責任が伴う

事後責任のゴタゴタを避けるには事前責任でとるしかない！

# 国際規格の安全 (ISO12100)

認証

事前責任 →

責任追及ヤメ!

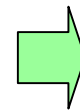
原因追求  
(国際規格化)

(responsibility): 応ずること、応えること

## 機械安全の設計原則

機械類を設計するに当り、設計者は、機械類に存在する危険源を可能な限り除去し、それでも除去・軽減できない危険源については、リスクアセスメントに基づくリスク情報を機械の作業者に指示及び警告によって伝える。

安全は設計者による事前責任



Respondの対象: 国際規格  
方法: リスクアセスメント

# ISO / IEC-Guide 51

## 安全の考え方の原則

絶対安全はない。でも安全は、事故の責任を扱う。  
安全の勝手な解釈、勝手な方法はダメ。

グローバルな申し合わせ(ISO 31000)

事前責任は、  
リスクアセスメント  
でとれ

イメージで「安全」と言っても安全マッチ、安全カギはダメ

安全シナリオ(リスクアセスメント)で判断せよ。

リスク低減は、安全の原則(ISO12100)に従え。

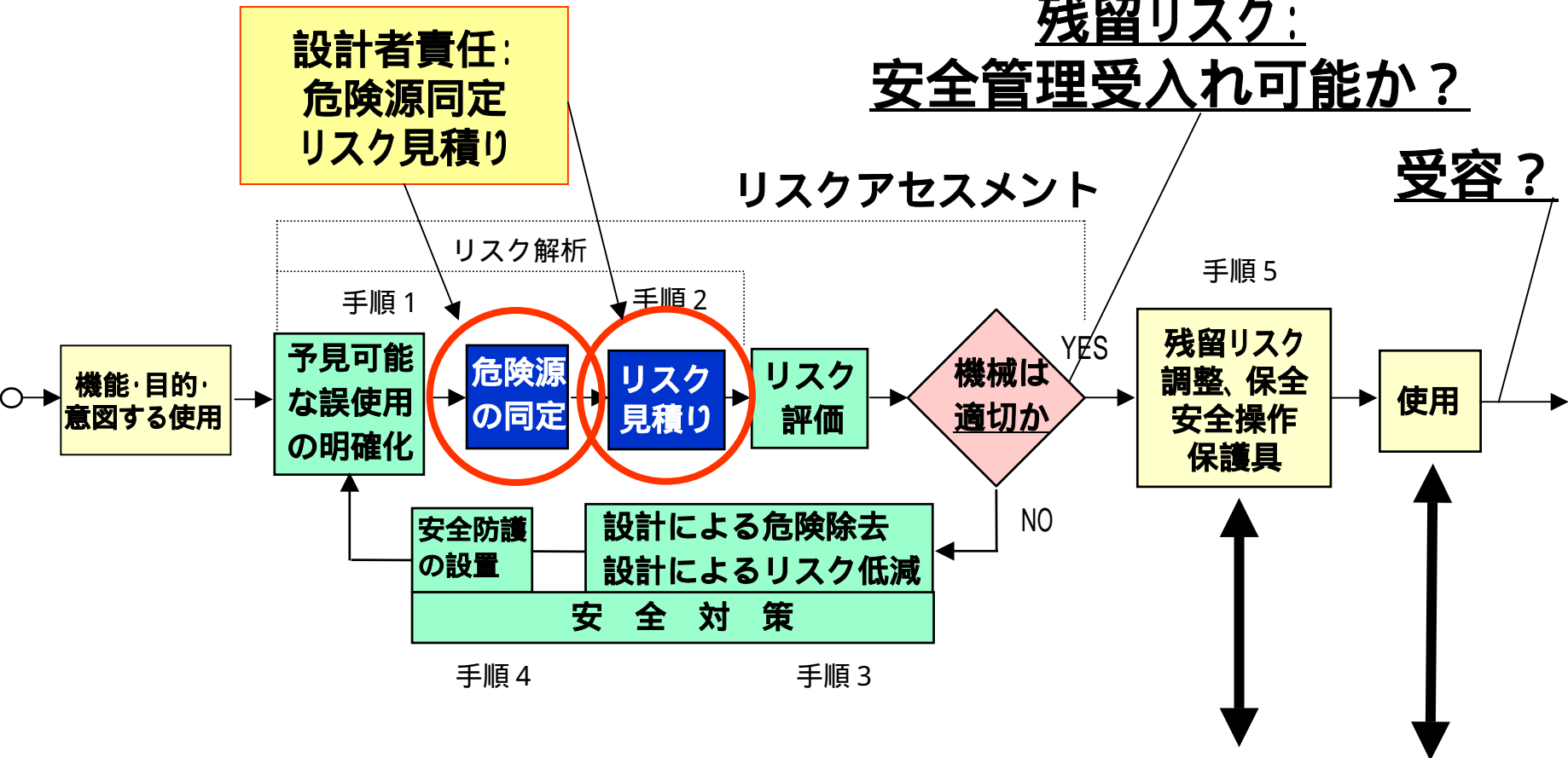
それ以外の「安全」は控える。

# 残留リスク： 安全管理受入れ可能か？

受容？

リスクアセスメント

設計者責任：  
危険源同定  
リスク見積り



設計による事前責任

安全作業  
管理

危険回避  
操作

図 設計者の事前責任とリスクアセスメント (ISO/12100)

設計者責任:  
危険源同定  
リスク見積り

残留リスク:  
安全管理受入れ可能か?

許認可(安全は官吏による)

余計に  
事後の  
ゴタゴタ

機能・目的  
意図する使用

誤使用  
の明確化

の同定

見積り

評価

安全防護  
の設置

設計による危険除去  
設計によるリスク低減

安全対策

手順4

手順3

NO

設計による事前責任

安全作業  
管理

危険回避  
操作

設計者がまず安全の最高の事前責任を果たせ



設計者責任:  
危険源同定  
リスク見積り

残留リスク:  
安全管理受入れ可能か?

許認可(安全は官吏による)

余計に  
事後の  
ゴタゴタ

機能・目的  
意図する使用

誤使用  
の明確化

の同定

見積り

評価

安全  
保護具

規制緩和: 製品安全のモットー

~ 事前の規制から事後のチェック

重大事故の通報制度:

事前に行うべきことを明確に定めなくて、  
事後に責任を追及する。

グローバルな安全に逆行:

危険回避  
操作

設計者がまず安全の最高の事前責任を果たせ

**最善の安全(設計) 受入れ可能(安全管理)**

## 安全方策の優先性

本質的安全設計(設計による事前安全)  
安全防護方策(設計による事前安全)  
インターロック(センサーによる安全)  
使用による安全の委託(安全管理)

‘State of the arts’の責任原則に基づく説明責任 認証

**日本の安全神話：**  
東洋の小さな国、何をしているか分からないが、  
とにかく事故が少ない

**日本の優秀な労働者：**  
危険な機械（機能・性能面では最高）を教育訓練で使いこなす。  
トラブルの少ない生産を求める。

日本では、安全性は生産性と同じ

**現場主義：**  
**自主管理・カイゼン**

# 事故事例1：尼崎市 電車脱線事故

- 107人死亡、500人以上けが
- 現場はR300のカーブ  
制限速度70キロ  
計算上、133キロ以上で脱線の可能性
- 207系車両：ステンレス製の通勤型電車。
- 国鉄時代の車両に比べ2割程度軽量化。
- 設計上の最高速度が120km/h、  
リミッターはなし。

April 25, 2005

# 事故事例1：尼崎市 電車脱線事故

- 運転歴11ヶ月の運転士 過去処分歴有
- 前駅で40mのオーバーラン(車掌は8mと虚偽報告)  
スピード超過・100km/h以上で走行(制限速度70km)

**管理責任、教育不十分??**

- 破砕痕 置石の可能性??

- 最も古いATS(自動列車停止装置)

赤信号のみに対応し、速度オーバーに対応しない

運転速度は基本的に運転士の操作に任されていた

ATS-P:速度オーバー対応 JR西日本全路線の6.7%

私鉄では、ほとんどがATS-Pを採用。

- 同乗の二人のJR職員は救助活動もせず帰宅
- ボーリング、ゴルフ、宴会をやめない(他人事)

# パロマ湯沸し器中毒事故

パロマ器改造

配線、安全装置通らず

頻繁な作動回避？

設計者(製造者)の犯罪的無責任

# 六本木ヒルズ 回転ドア事故

## 安全センサの性能不足

- センサの感知領域が意識的に狭められていた（センサが作動して約25センチ動く）。
- 使用されたセンサが反射型センサであった
- 2.7 t のドアが秒速80cmで回転  
回転速度が標準より速く設定されていた

回転ドア6歳死亡

六本木  
ヒルズ 頭挟まれ強打

昨年もう見かけが  
ヒルズ

欧州から輸入して「認証マーク」を勝手に変更

# 富士見野市大井町流水プール

小2吸い込まれ死亡

側壁の排水口ふた外れ

プール排水口で女児死亡

子供だましの安全で子供が犠牲



# シュレッダー：想定外の事故？

業務用裁断機

2児が指切断

メーカー 今年、静岡と東京で

シュレッダー

子供の負傷 計7件

国公表以外  
5件判明

家庭への並

見景

ガードを真剣に考えたか!!!

# エレベーターで高層圧死

## ドアに挟まれたまま上昇

東京のマンション

三百午後七時半ごろ、上昇、市川さんは入り口の上部に押し付けられる形になった。

東京消防庁に入った連絡によると、東京都港区芝、港区住宅公社のマンション「シティハイッ竹芝」十二階で、同階に住む都立高校二年市川大輔さん(一七)がドアに挟まれたままエレベーターが上昇、市川さんは頭の骨を折るなどして約二時間後に死亡した。

警視庁三田署の調べでは、市川さんは自転車を後退させてエレベーターを降りようとした際、上半身をドアに挟まれた。エレベーターはそのまま

現場は、目黒区松丘に近しい緑蔭沿いのビル街の一角、マンションは十三階建てで、下層階には港区の障害福祉施設などが入っている。

故障が頻発  
苦情相次ぐ

事故のエレベーターは、高校二年の男子生徒が三日、住んでいるマンションのエレベーターの不具合で命を落とした。マンションは築八年と新しいにもかかわらず、エレベーターはたびたび故障し、苦情も出ていたという。

二十階に住む会社員の男性(三三)は「昨年、エレベーターの調子が悪く、月に二度ぐらい点検していた。降りる時に段差が生じていることもあ

ったと考えられなかったと驚いた様子。故に驚いた様子。十八階の主婦(三三)「以前にもエレベーターが突然止まったり、『タン』と少し落ちるようなトラブルがあり、苦情が出ていた。同じ階の中学一年の女生徒(一三)も母が一時間ぐらい閉じ込められたことがある」と言葉少なだった。

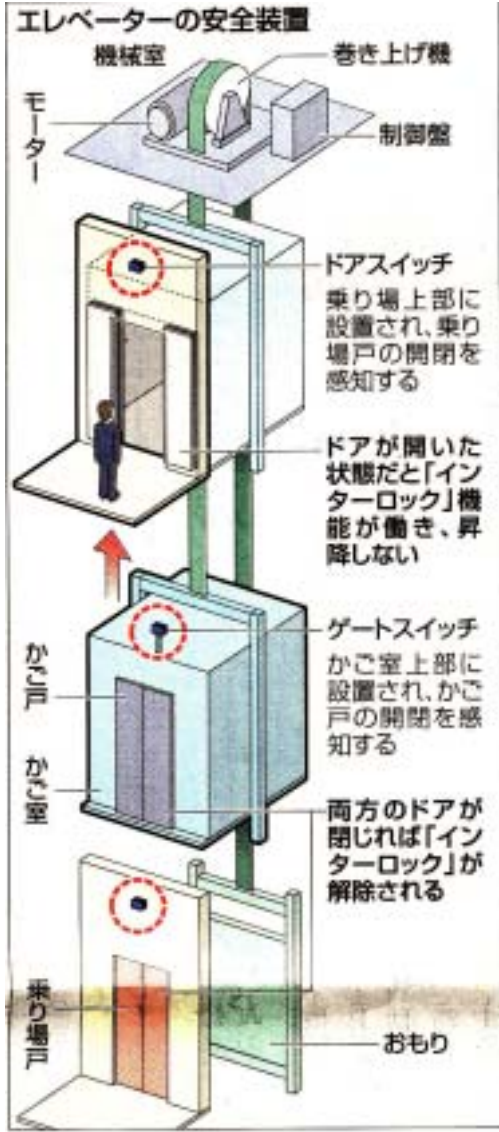
エレベーターに異常が起きると管理者が点検していたが、そのたびに「異常なし」のお知らせが張り出されていたという。

# 安全装置機能せず?

東京都江東区のシンドラーエレベーター本社には7日朝から、報道陣が事足りぬ見聞を求めて詰り、会見に備えて記者

する場面もあった。同社は同日午後6時15分から会見を開くことを決意。会見に備えて記者

で、建物側の扉も開閉する。かご側と乗りの場側の扉にはそれぞれ「ゲートスイッチ」「ドアスイッチ」と呼ばれるセンサーがあり、両方が完全に閉じたことを感知すると「インターロック」という安全装置が解除され、



建築

は、市川さんは自転車を後退させてエレベーターを降りようとした際、上半身をドアに挟まれた。エレベーターはそのまま上昇、市川さんは頭の骨を折るなどして約二時間後に死亡した。

警視庁三田署の調べでは、市川さんは自転車を後退させてエレベーターを降りようとした際、上半身をドアに挟まれた。エレベーターはそのまま上昇、市川さんは頭の骨を折るなどして約二時間後に死亡した。

警視庁三田署の調べでは、市川さんは自転車を後退させてエレベーターを降りようとした際、上半身をドアに挟まれた。エレベーターはそのまま上昇、市川さんは頭の骨を折るなどして約二時間後に死亡した。

# 責任所感・釈明

(シンドラーエレベーター社ホームページ)

Good engineering practice

State-of-art

Schindler has no design related user fatalities on record. Fatal accidents in the elevator industry are mainly due to inappropriate maintenance or dangerous user behavior in the context of entrapment. The elevator involved in the accident is a state-of-art product fully certified by various international Authorities and in use in many markets around the world.

Certification

PLP(Duty-circle closed)

Schindler is moving safely over 700 million people per day or the equivalent of the Japanese population every 4 hours. The risk of having a fatal accident with an elevator is lower than with any other means of transportation. Safety is Schindler's most important value.

Social benefit

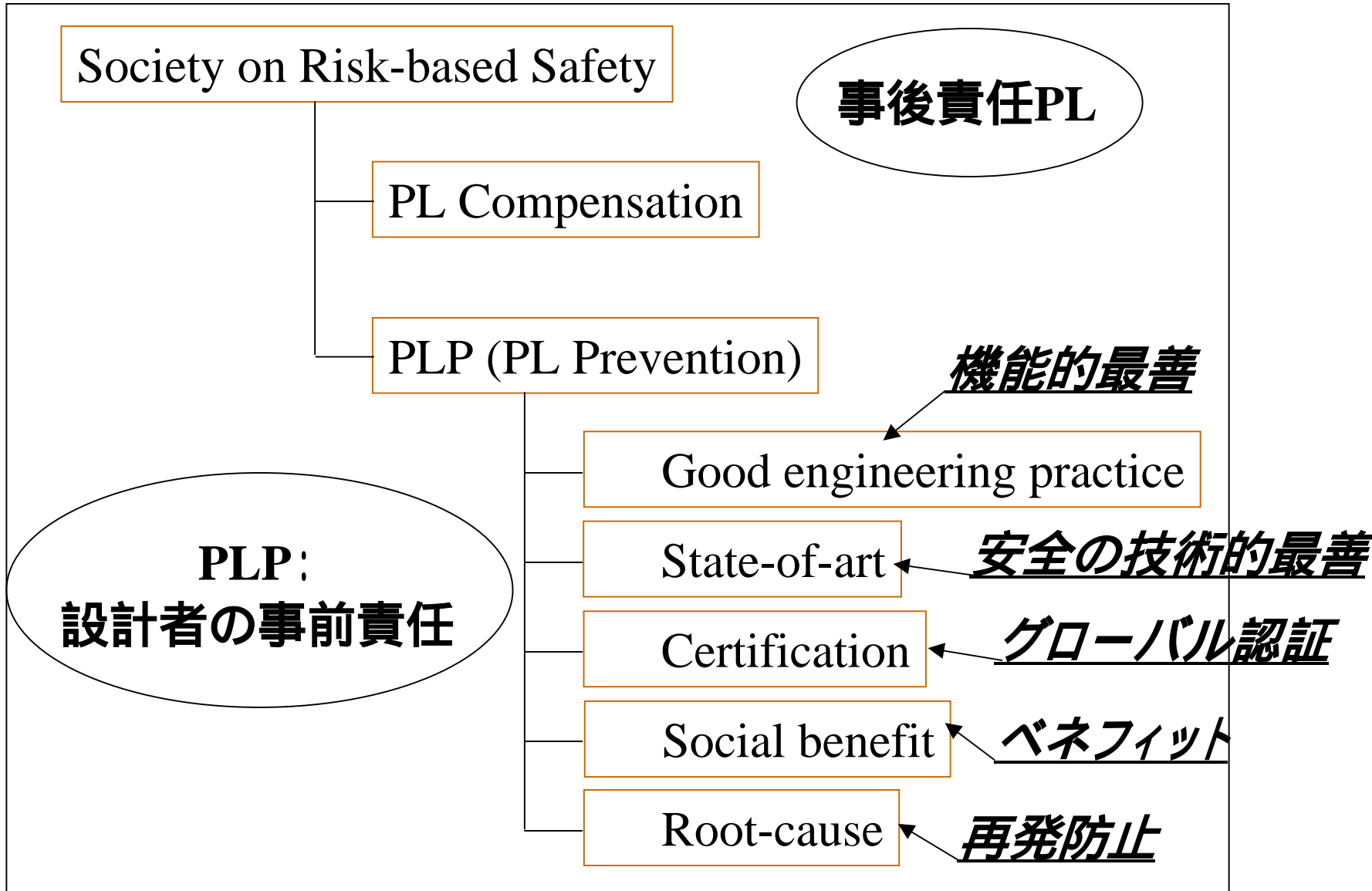
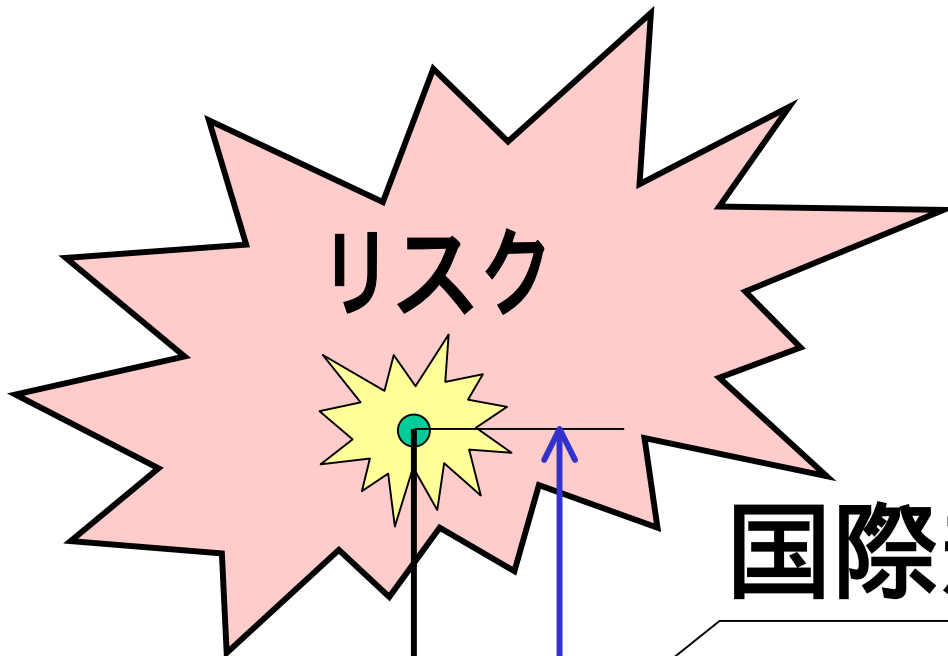


図1 事故の責任と釈明(シンドラーエレベータ社の例)



リスク

国際規格: PLP

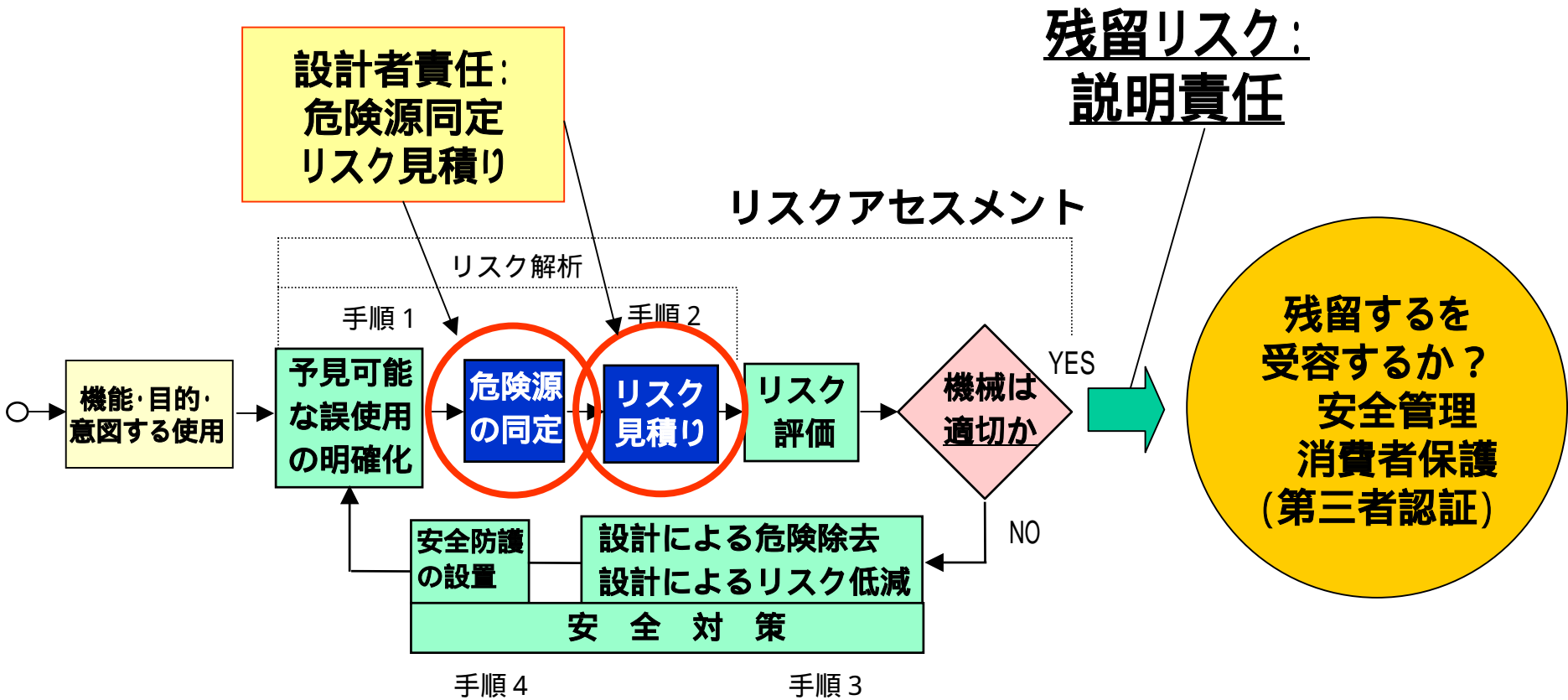
リスクアセスメント  
(設計者の説明責任)

被害

安全管理  
(労災保険)

OK?

受容リスク



**設計による事前責任**



**使用者の責任**

**設計者の説明責任 使用安全への委託**

# 安全は、最後の最後は「人間」による(1)

安全は、

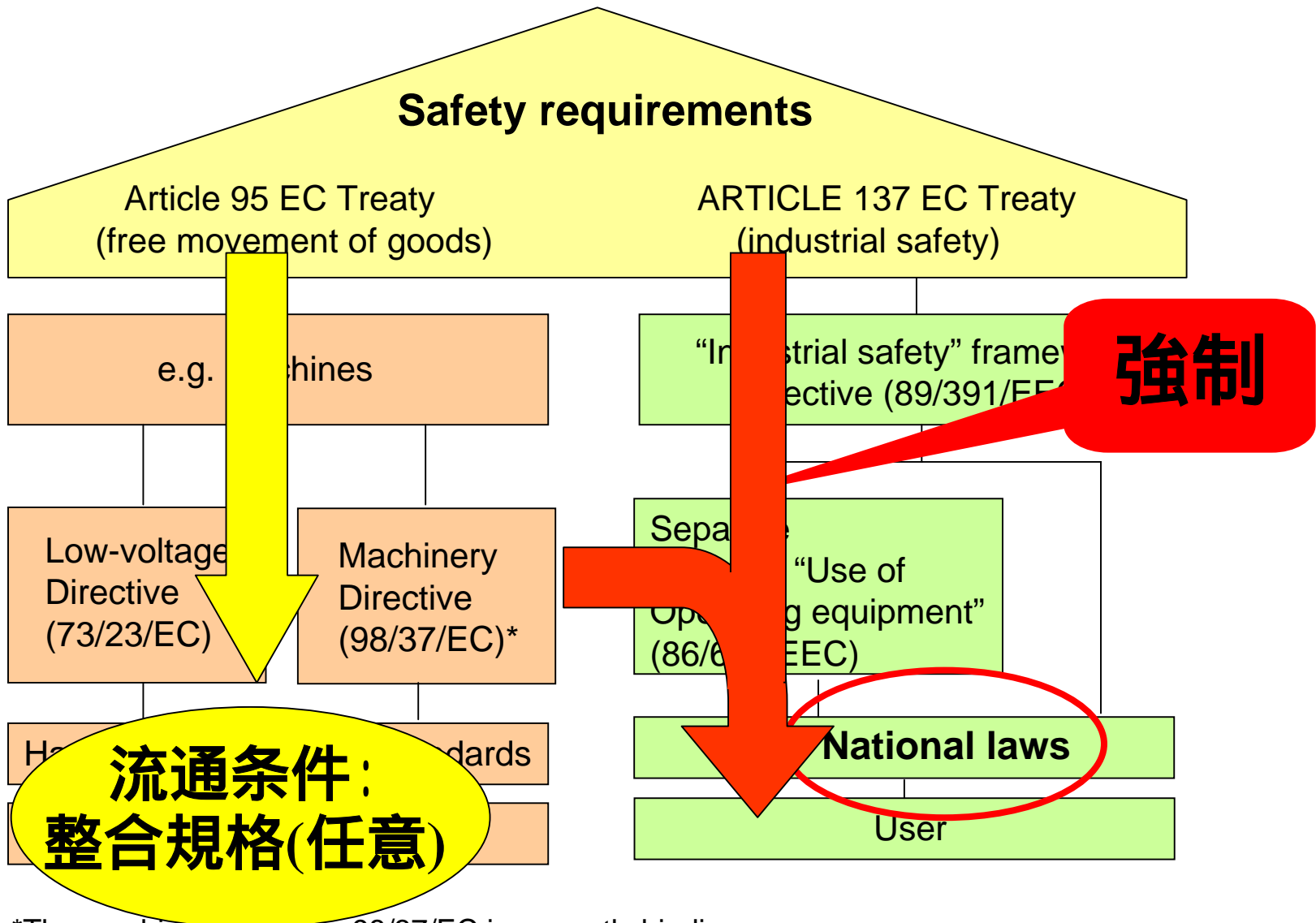
- ・事業者の責任で計画され、
- ・設計者で具体的に開始され、
- ・管理者で整えられ、
- ・最後に、人によって実行される。

# 安全は、最後の最後は、「人」による(2)

設置、調整、保全、解体  
故障修理、設備変更、  
安全標準作業、  
危険予知行動、  
非常停止操作、  
危険回避行動、避難、救助  
カイゼン、  
問題指摘、内部告発  
作業拒否、訴訟、  
労災保険







\*The machinery directive 98/37/EC is currently binding.  
 It will be replaced by the new machinery directive 2006/42/EC by the end of 2009 at the fastest

基本となるEC指令

加盟国の対応

法的効果

労働安全衛生関連指令  
(目的は労働者保護)

枠組み指令

各国で法令を制定

法的拘束力あり

製品安全関連指令  
(目的は域内自由貿易)

ニューアプローチ指令

特になし

民間基準

EN規格準拠(CE  
マーキング)の製  
品の流通を阻害し  
ないことが国・政  
府の義務

EN規格は民間規  
格であり、法的に  
は拘束力はない。  
実務上の強い影  
響あり

# 労働安全枠組み指令(89/391EEC)

( 1 )

## Introduction of Measures to Encourage Improvement in the Safety and Health of Workers at Work

### 雇用主の義務

- 労働安全衛生の確保
- 労働安全衛生政策の確立
- リスクや事故の記録
- 労働者へのリスクの告知
- 労働安全衛生に関する事項についての労働者との協議  
(Workplace Committees:職場委員会設置)
- 労働安全衛生に関する訓練の実施

# 労働安全枠組み指令(89/391EEC)

( 2 )

## Introduction of Measures to Encourage Improvement in the Safety and Health of Workers at Work

### 労働者の権利・義務

- 労働安全衛生に関連する提案権
- 関連公的機関への提訴権
- 重大な事故時に労働を停止する権利
- 自分の行為に対する責任
- 労働安全衛生に関する指示に従う義務
- 潜在的危険を発見した場合に報告する義務

## 設計におけるリスクアセスメント

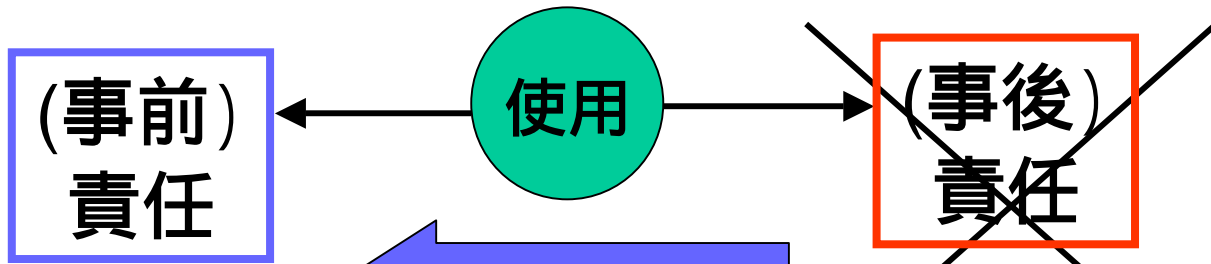
### 対象:

教育・訓練前の未熟練者  
言葉が十分通じない外国人  
長髪、ハイヒールの女性  
母親に付き添う子供  
(幼児労働: 英国労働史)

合理的に予見可能な誤使用(State of the art):  
リスクアセスメントの条件

優秀な労働者でないと運用できない設備はダメ

**安全は設計者優先: 自主管理・カイゼンは要注意**

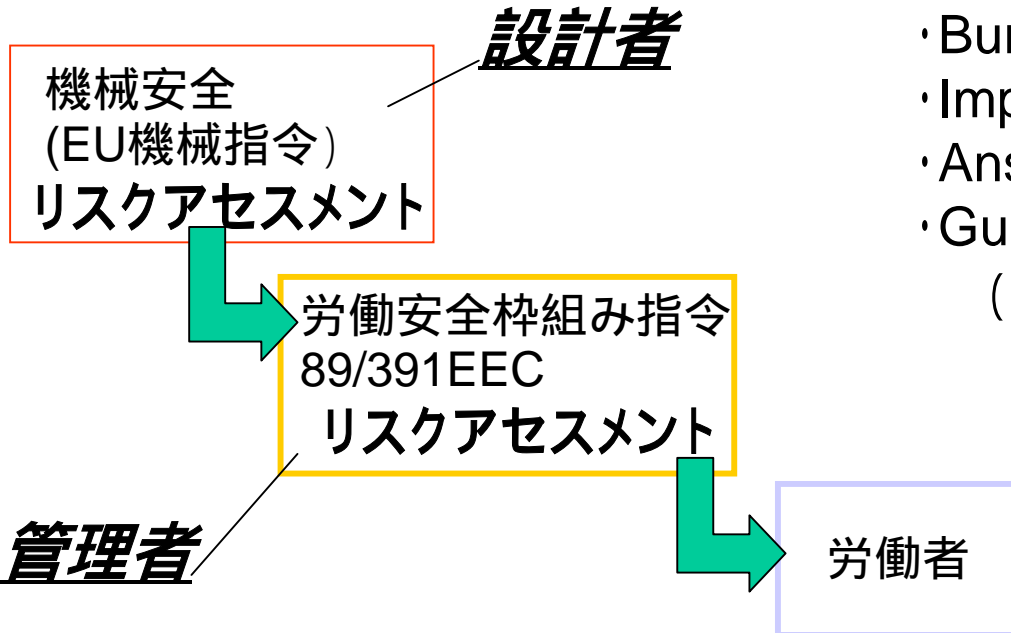


**Responsibility**  
 (応ずること、応えること)  
 Accountability  
 Stewardship

~~Sanction  
 (責めに任ずること)~~

- ・Excuse
- ・Liability
- ・Blame
- ・Burden
- ・Imputation
- ・Answerability
- ・Guilt

(労災保険)



機械安全  
(EU機械指令)  
リスクアセスメント

**設計者**

労働安全枠組み指令  
89/391EEC  
リスクアセスメント

**管理者**

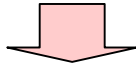
労働者



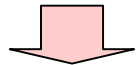
# 機械安全の設計原則 (設計者の事前責任)



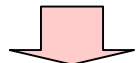
EU機械指令の付属書(EN292)



国際規格ISO12100-1,2



日本工業規格JIS B 9700-1,2



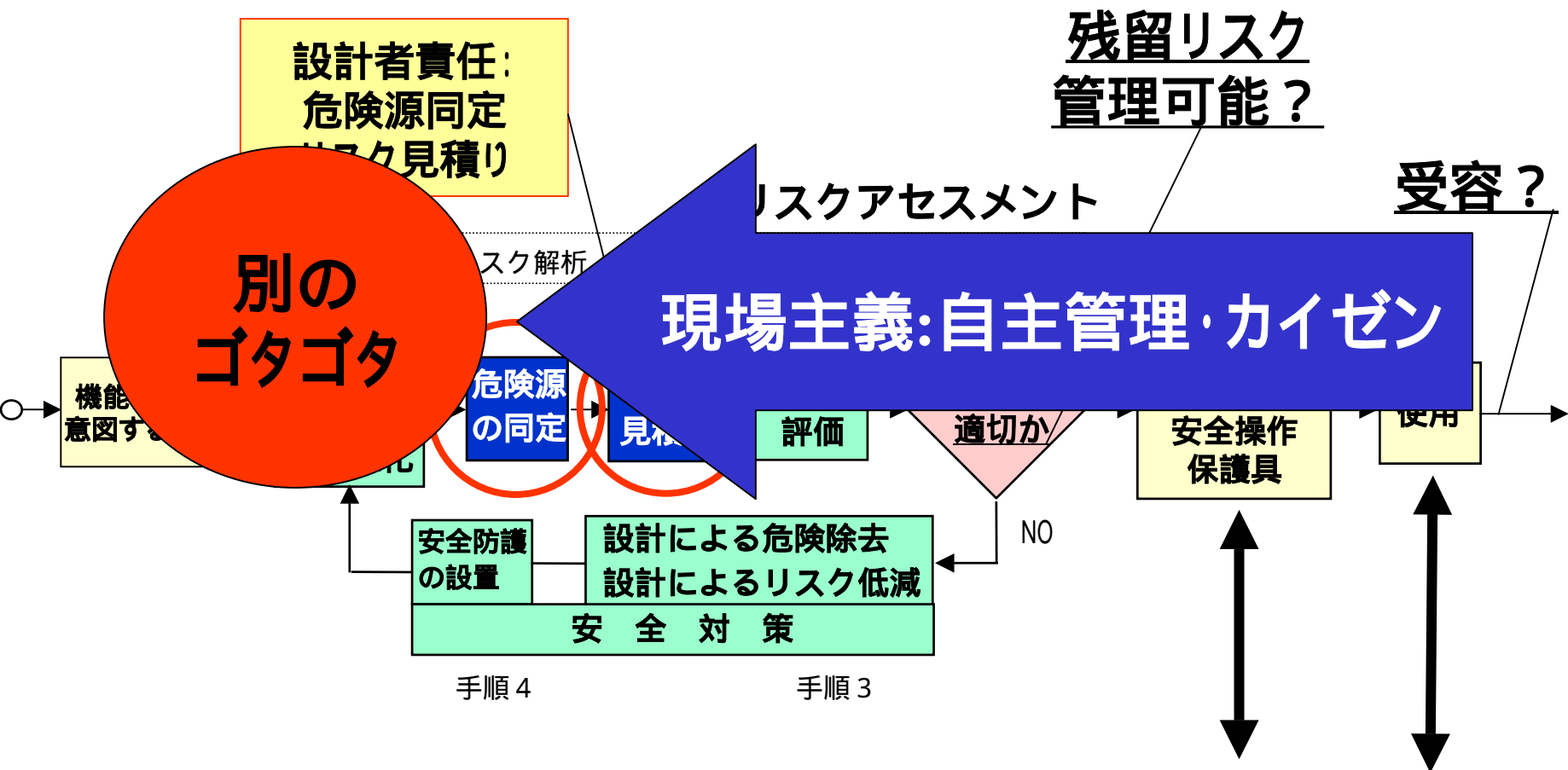
機械の包括的安全基準(日本の厚生労働省)

WTO/TBT協定

# 労働安全の第一義的責任は事業者にある

労働安全衛生法の第一章第三条 事業者は、単にこの法律で定める労働災害の防止のための最低基準を守るだけでなく、快適な職場環境の実現と労働条件の改善を通じて職場における労働者の安全と健康を確保し、云々 -

労働安全は事業者の‘State of the art’の原則が適用される



設計による事前責任	安全作業管理	危険回避操作
-----------	--------	--------

管理者は、設計者の事前責任を現場で整えよ。

機械の製造等を行う者

(1) リスクアセスメントの実施

- ① 使用目的・用途・使用環境に随する仕様の指定
- ② 機械に発生が関わる作業における危険源の特定
- ③ それぞれの危険源ごとのリスクの見積り
- ④ リスクの低減が達成されているかどうかの検討

設計者・製造者

(2) 保護方策の実施

厚労省(2006:安衛則28-2)  
機械の包括的安全基準  
(2つのリスクアセスメント)

機械の包括的安全基準は義務である。

機械メーカーは、  
事業者の要求に応える義務がある。

使用者・管理者

(2) 保護方策の実施

- ① 本質的安全設計方策のうち可能なものの実施(指針別表第2)
- ② 安全防護及び付加保護方策の実施(指針別表第3,別表第4)
- ③ 作業手順の整備、労働者教育の実施個人用保護具の使用等

機械の安全な使用

※注:指針では、「リスクアセスメント」は危険性又は有害性等の調査、「危険源」は「危険性」又は「有害性」と表記されています。

Accept

Accountability

強制法規

# 第一義的責任

安全は、結局、残留リスクをカバーするユーザーの能力にかかっている。

設計安全 安全管理 労働者 労災保険：  
の全体が分かる認証士が必要である

事故に対する保険救済

真の認証士

# 赤渡し / 青渡し

赤渡し: 起動ボタンを「赤」とするシステム  
起動は危険操作であり、注意を喚起する。  
「注意して運転しろ!」の構造

青渡し: 起動ボタンを「青」とするシステム  
「青」は機械の起動許可の合図であり、リスクアセスメントで  
示されている「安全操作」の条件の履行を求める。

「赤」: 危険を意味し、あくまでも停止

「青」: 事前に約束された「安全操作」を条件とする起動

認証(CEマーク)



# シュレッダー

起動ボタンはどっち

?



# ペーパーカッター



断裁

電源  
(キースイッチ)







新設

長岡技術科学大学大学院  
技術経営研究科 システム安全専攻

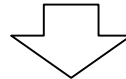
紹介します。

# 「システム安全」の定義と本専攻設立の目的

## システム安全の概念と専門能力

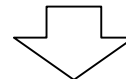
### 安全確保の基本思想

残存リスク、誤操作、誤作動があっても、  
災害・事故に至らないシステムの構築



### システム安全

リスク解析、安全解析に安全技術とマネジ  
メントを統合的に適用(人的・経済的損失  
の最小化を図る)



### システム安全専門職に要求される専門 能力

国内外の安全規格・法規を基盤とした、安  
全管理、安全設計、安全認証、安全規格  
開発

# 学生16人で教員が14名 すごい



杉本教授



武藤教授



三上教授



山本教授



永田教授



門脇教授



福田助教授



安部助教授



木村助教授



渡辺助教授



平尾教授



ノイドルファ非常勤教授



田代非常勤講師



蓬原非常勤講師

## 本専攻の設立目的と特徴

**< 安全認証 / 安全規格の適用・安全設計 / 安全管理ができる  
「システム安全専門職」を養成 >**

工学的知見 / 安全規格・法規の知識と実務能力 / 安全技術  
のマネジメントスキル 体系的教育

技術者に実務に即した教育を効果的に実施 社会人対象

専門性を示す学位の発行 システム安全修士(専門職)

機械安全と労働安全の両方のアプローチ  
ができる真の認証士

機械の包括的な安全基準に関する指針  
ISO12100設計の一般原則

## 社会人のための履修上の特徴

### < 会社を休まずに履修 >

- (1) 基礎科目及び応用科目：主として土曜日及び日曜日開講
- (2) 基礎演習：土曜日及び日曜日と勤務先における勤務終業後2時間の指導
- (3) 実務演習(インターンシップ)：
  - (a) 予備教育(終業後2時間、15日間(3週))
  - (b) インターンシップ(全日、10日間(2週))
- (4) 実務演習(プロジェクト研究)：

主として勤務先にて勤務終業後の2時間、60日間で実施
- (5) ITを活用した学生・教員間のコミュニケーション

# 三期生の募集要項

(一次募集は、すでに募集を終了しております)

	二次募集(5名)
願書配布	平成19年7月中旬～
出願期間	20年1月21日～1月24日
試 験	19年2月4日
合格発表	19年2月21日

\* 詳しくはパンフレットをご参照下さい。

## お問い合わせ先

長岡技術科学大学 技術経営研究科  
システム安全専攻システム安全系・系  
長(教授) 武藤睦治

〒940-2188 新潟県長岡市上富岡町1603 - 1  
TEL. 0258-47-9735 FAX. 0258-47-9770  
e-mail: [mutoh@mech.nagaokaut.ac.jp](mailto:mutoh@mech.nagaokaut.ac.jp)

# ご清聴ありがとうございました。

\*\*\*\*\*

杉本 旭 (すぎもと のぼる)

国立大学法人 長岡技術科学大学大学院技術経営研究科  
システム安全専攻

〒940-2188 長岡市上富岡町1603-1

電話:0258-47-9571 FAX:0258-47-9573

Mail-to:nobosugi@vos.nagaokaut.ac.jp

自宅 〒940-2135 長岡市深沢町1769-1-2-306

Mail-to:nobomaco@est.hi-ho.ne.jp

\*\*\*\*\*