

## 5. テキスト

機械安全のための  
教育カリキュラム用教材  
— 設計技術者編 —  
「第1章 安全とは何か」

機械安全推進特別委員会  
機械安全教育プログラムの開発部会

# 目次

## 第1章 安全とは何か

### 1.1 安全という概念

### 1.2 リスクという概念

### 1.3 リスクアセスメントという概念

### 1.4 安全は、人間の幸福の実現のためにある

### 1.5 安全の常識

### 1.6 技術者倫理と安全に係る技術者の倫理

## 学習のねらい・・・第1章 安全とは何か

この章では、「安全」の定義を学習する。

- 「リスク」の概念
- 許容できないリスクが存在しない「安全」
- 危害と危険源について
- リスクアセスメントの概念
- リスク低減策

# 1.1 安全という概念

## 1.1.1 素朴な意味での安全

- 安全とは、危険でないこと
- 安全とは、事故が起きたり、怪我をしたりすることがないこと
  
- 安全は、危険の反対概念である
- 事故が起きれば直ぐ分かる。危険は、予測したり、一つずつ指摘することが出来る。しかし、安全は目に見えない

## 1.1.2 一般的な安全の定義

- 安全とは、危なくないさま。物事が損傷・損害・危害を受けない、または受ける心配のないこと(岩波 国語辞典、第2版)
- 安全とは、人とその共同体への損傷、ならびに人、組織、公共の所有物に損害がないと客観的に判断されることである。ここでいう所有物には無形のものも含む(「安全・安心な社会の構築に資する科学技術政策に関する懇談会」報告書(2004-4))

## 1.1.3 身の回りのものは安全でしょうか？

- 包丁は安全でしょうか？
- 自動車は安全でしょうか？
- 原子力発電は安全でしょうか？
  
- どんなものが安全でしょうか？
  
- あなたの安全の定義を考えてみてください。

## 1.1.4 国際規格やJISにおける安全の定義

### 安全とは:

- 「許容できない**リスク**が存在しないこと」  
(許容出来ない**リスク**からの解放)  
(ISO/IECガイド51 : JIS Z 8051 安全側面—規格への導入指針)\*)
- 「人への**危害**又は資(機)材の損傷の危険性が、**許容可能な水準**に抑えられている状態」  
(JIS Z 8115 デイペンダビリティ(信頼性)用語)

\* ) 本章の1.1～1.3の内容は、主に、ISO/IECガイド51に記されているものです

## 1.1.5 リスクゼロを求めてはいない

- 安全といっても、許容可能な、または受け入れ可能なリスクが残っている状態である(残っているリスクを残留リスクという)
- 従って、安全とは、リスクゼロや絶対安全を意味しているのではないし、求めてもいない
- ところで、リスクとは何か、危害とは何か？許容可能とは何か？もう少し厳密に定義しましょう

## 1.2 リスクという概念

- **リスクとは、**

**危害の発生する確率及び  
危害のひどさの  
組み合わせ**

- **リスクとは、まだ起きていないが起きる可能性のある危害の発生度合いとひどさの度合い**
- **リスクマネジメントシステムでは、リスクを、「目的に対する不確かさの影響」と定義している。このリスクには、プラスの影響もあればマイナスの影響もあるとしている。**
- **しかし、この定義は、安全の分野にはなじまないので、安全の分野では、リスクは上のように定義されている。**

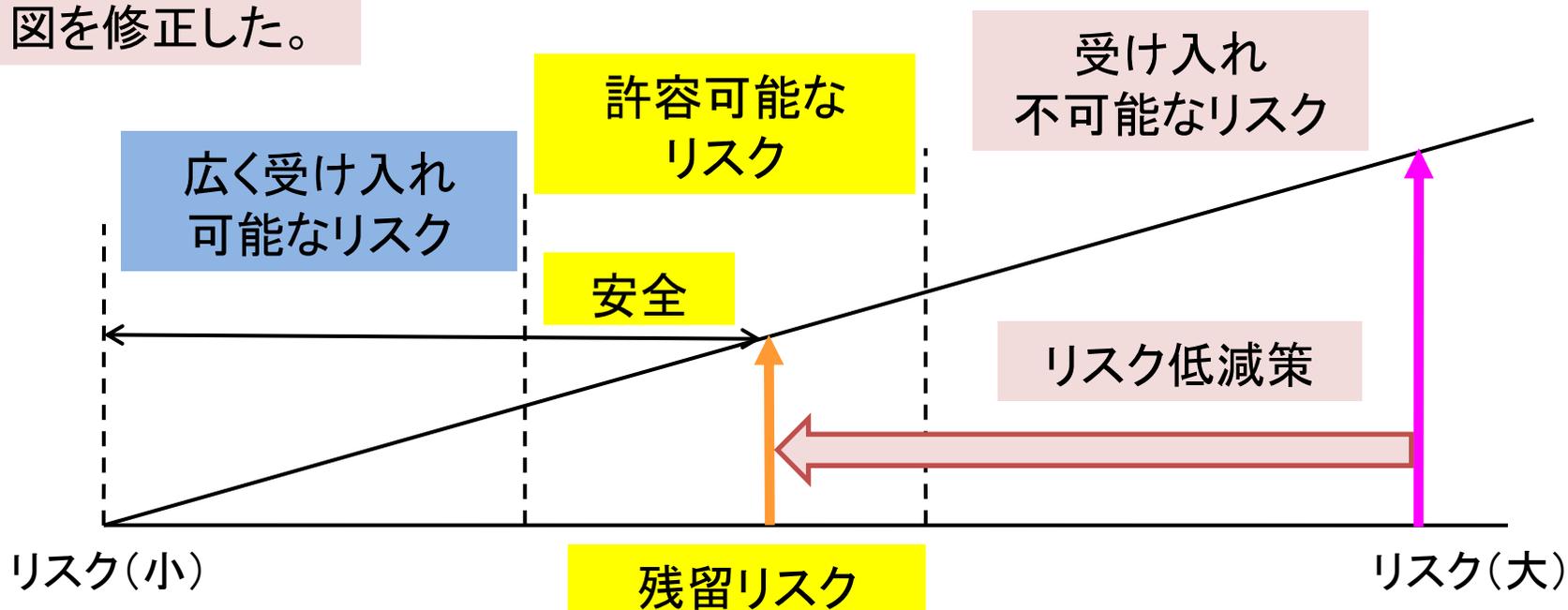
## 1.2.2 安全はリスクを経由して定義されている<sup>12</sup>

- **安全とは**、「許容できない**リスク**が存在しないこと」
- **リスクとは**、**危害**の発生する**確率**及び**危害のひどさ**の組み合わせ
  
- **安全性確保の手法**
  - **確率を下げる**・・・信頼度を高めることで安全を確保する：**信頼性技術**
  - **ひどさを下げる**・・・危害の大きさを小さくすることで安全を確保する：**構造で安全を守る安全性技術**

## 1.2.3 許容可能なリスクという概念

- 「現在の時代の社会の価値観に基づいて、与えられた状況下で、受け入れられるリスクのレベル」と定義されている (ISO/IECガイド51における定義)
- 安全と言っても、**残留リスク**は、存在している

日工会注：  
図を修正した。



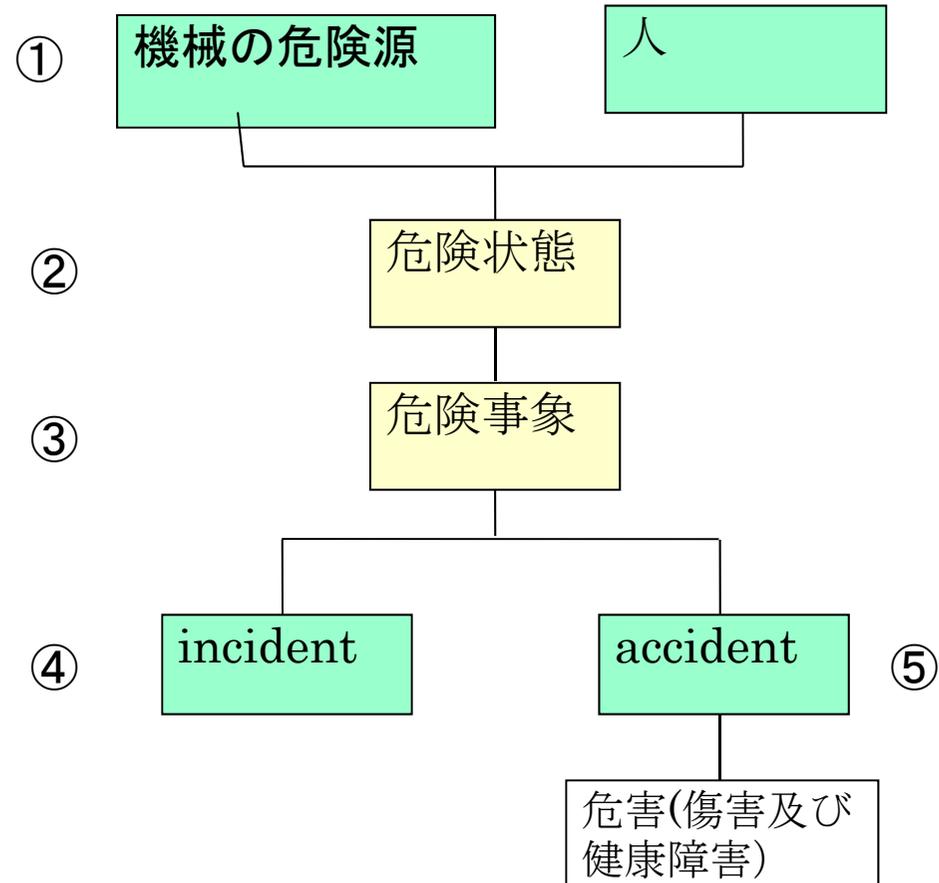
## 1.2.4 リスクベースドアプローチ

- 「安全か安全でないか」の二値論理ではなく、安全には度合いがあり、その度合いをリスクという数量的概念で表す
- リスクの大きさを評価して、許容可能なリスクになった時に安全とするという考え方
- 許容可能なリスクの大きさは、そのシステムから得られる便益性、使用する条件、状況等、システムにより、それぞれ異なる
- 大きなリスクをもった危険源から、リスク低減策を施していくことが肝要

## 1.2.5 危害発生のプロセス

機械で人間が危害を受けるシーンを想像してください

- ① 人及び機械が存在する
- ② 人及び機械が共存する(危険状態)
- ③ 危険事象が発生する (hazardous event)
- ④ 傷害及び健康傷害にいたらない場合がある (incident)
- ⑤ 傷害及び健康障害にいたる場合がある (accident)



## 1.2.6 危害(Harm)の定義

16

- 人体の受ける物理的傷害 若しくは 健康障害
- 財産若しくは環境の受ける害
- 情報、組織、企業、社会、心・・・等の受ける害
  
- 分野によって、危害の範囲は異なる
- 今考えている安全での危害を明確にしておかないと話がすれ違うことになる

## 1.2.7 危険源とは

- ・危害の潜在的な源のこと
  - ・各危険源には、一つ、または一つ以上のリスクが存在する
- (1) 機械的危険源
  - (2) 電氣的危険源
  - (3) 熱的危険源
  - (4) 騒音による危険源
  - (5) 振動による危険源
  - (6) 放射線の危険源
  - (7) 材料、物質の危険源
  - (8) 人間工学の無視による危険源
  - (9) すべり、つまづき及び墜落の危険源
  - (10) 危険源の組合せ
  - (11) 機械が使用される環境に関する危険源

## 1.3 リスクアセスメントという概念

### 1.3.1 リスクアセスメントの考え方

- **事故の未然防止のための科学的、体系的、論理的、網羅的な手法である**
- **全てのハザードのリスクの大きさを評価して、許容可能なリスクに低減しておくこと**
  - (1) 機械・設備の使用条件を明確にする(合理的に予見可能な誤使用も含む)
  - (2) すべての危険源を見出す(同定する)
  - (3) 各危険源ごとにそのリスクの大きさを見積る
  - (4) そのリスクが許容可能になったかを評価する
  - (5) 許容可能になるまでリスクの低減策を施す
  - (6) 残った残留リスクの情報を開示する
  - (7) リスクアセスメントの結果を文書化しておく

## 1.3.2 リスク低減策と安全設計

- 事故が起きてからリスク低減策を施すのではなく、設計の段階から、前もってリスクを低減しておかなければならない(再発防止よりも未然防止が先)
- 大きなリスクを持つ危険源からリスク低減策を施す
- 安全は、設計の段階から組み込んでおく方が、より安全であり、効率的であり、効果的であり、かつ、安くて済む(Safety by Design)
- リスクを低減する方策には、施すべき順番がある・・・それが次のスリーステップメソッドである

### 1.3.3 スリーステップメソッド

**(1) 本質的安全設計によるリスクの低減**

**(2) 安全防護対策(安全装置等)によるリスクの低減**

**(3) 使用上の情報の提供によるリスクの低減**

- **(1)をやらないで(2)からやる、また(1)、(2)をやらないで(3)のみによるリスク低減策は間違いである**

## 1.3.4 本質的安全設計とは

- (1) はじめから危険源が無いように設計せよ
- (2) 危険源のエネルギー等を下げて事故が起きても危害の酷さを小さくするように設計せよ
- (3) 危険源に人間が近づかなくて済むように設計せよ
- (4) 修理等の非定常作業をしなくて済むように信頼度高く設計せよ

## 1.4 安全は、人間の幸福の実現のためにある

## 1.4.1 安全は、前向きな学問

- 安全の最終目的は、人間の幸せの実現にある
- 人間の幸せの実現に向かって社会は進歩してきたが、そこには常にリスクが存在する
- 安全は、前向きに、ベネフィット(便益)を求めてリスクの存在を覚悟して前進するための学問である
- 安全は全員で創るもの

## 1.4.2 安全は、総合的な学問である

- 安全は、技術(自然科学)に依存するところが大きいですが、現実にはそれだけでは守れない
- 安全は、人間に関する学問(人文科学)なしには、守れない。なぜならば、確保するのも、失敗するのも、また、便益を享受するのも皆人間であるから。
- 安全は、社会科学の知見なしには守れない。なぜならば、安全は約束事を決めてそれを守ることで実現される面があり、その典型は法律であり、標準であり、管理であり、組織であり、広くは、社会制度そのものであるから
- 安全に関する学問は、自然科学、人文科学、社会科学を包含した総合的な学問である

### 1.4.3 安全を実現するための仕組みと役割

- 技術的側面：製造メーカーは、如何に残留リスクを許容可能以下にまで低減するかに努力し、残ったリスク(残留リスク)の情報を提供するのが役割
- 人間的側面：利用者は、残留リスクの存在を自覚して、自らの身は自ら守るために注意して使用するのが役割
- 組織的側面：行政や管理者は、これらが確実に実行されているかを管理、確認、保証するのが役割

## 1.4.4 企業のトップの役割とリスクマネジメント

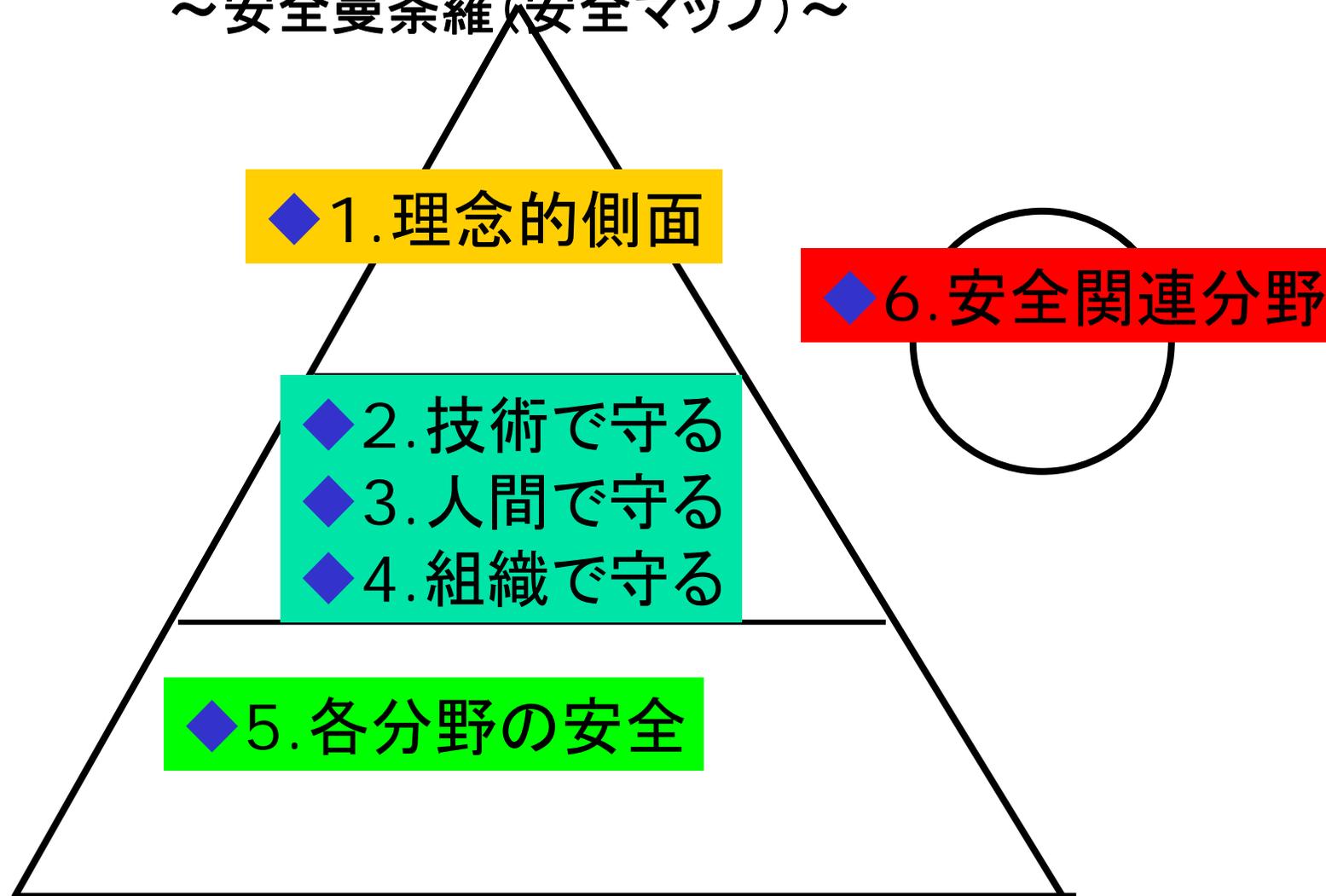
- 経営には長期的な視点と判断が必須の時代
- 企業の持続的可能性のためには、安全・安心が最も重要な価値観になる
- 安全はコストではなく投資である
- 企業のトップが責任を持ってコミットメントし、人、モノ、金を付けてPDCAを回し続けられない限り、企業に安全は定着しない
- リスクアセスメントに基づき、組織におけるリスクを分析、同定、評価して、そのリスクを制御すること(リスクを削除、低減、転嫁、保持等の決定)がリスクマネジメントである。
- リスクマネジメントにおいては、トップの価値判断と決断が重要となる

## 1.4.5 安全学という考え方

- 本プログラムでは、安全の技術について講義するが、安全は、技術のみでは実現できず、総合的な視点が必要である。
- 安全は、総合的な学問であるという認識のもとに、各分野の安全に横串を指し、安全に共通する概念を統一的に、体系的にまとめた学問を安全学\*)という
- 安全学は、安全の理念(安全哲学)のもとに、技術的側面、人間的側面、社会的側面を包含した文理融合型、領域横断型の学問体系である
- 各分野の安全に従事する人は、各分野に共通する安全の常識を体系化した安全学の内容を理解した上で、各専門分野の、そして各専門の立場の安全を深堀することが望ましい。
- この第1章で述べている内容は、この安全学の一部である

\* )向殿:入門テキスト安全学、東洋経済新報社、2016

# ◆安全学の観点から ～安全曼荼羅(安全マップ)～



## 1.4.6 安全学の中での機械安全、労働安全の役割

- 作業者が注意して機械を使う前に、機械をまず安全化しておくのが鉄則
- 機械安全:
  - ・機械の安全化は、機械の安全設計から始まる
  - ・リスクアセスメントに基づき、スリーステップメソッドに従って、設計の段階でリスクを許容可能なまでに低減させる
  - ・残留リスクの情報を作業者に伝える
- 労働安全:
  - ・作業者は、設置される機械・設備のリスクをリスクアセスメントに基づいて低減させる
  - ・訓練、個人防具、組織、管理等でリスクを低減させる
  - ・現場の危険情報を機械設計にフィードバックする
- 機械安全と労働安全の協調: 機械は使用者からの現場の危険情報をもらって安全設計に生かす

## 1.4.7 安全の国際標準と法令

- 製品、プロセス、サービス、及びシステムの安全に関する規格の作成者が、安全側面を規格に導入するのを支援するための国際的なガイド(指針)としてガイド51がある
- ISO/IECガイド51: 安全側面—規格への導入指針(JIS Z 8051)
- ガイド51に従って、安全の国際標準は、基本規格(A規格)、共通規格(B規格)、個別規格(C規格)の3層構造に階層化されている
- 各国には国内法令が有り、国内では国際標準よりは法令が優先される
- 我が国には、労働安全衛生法、消費生活用製品安全法など、多くの安全に関する法令がある
- 国際標準は何のためにあるのだろうか、考えてみよう
- 国内にある安全に関する法令を調べてみよう

## 1.5 安全の常識

## 1.5.1 機械は故障する、人間は間違える、ルールは不十分

- 機械設備は劣化し、摩耗し、故障し、いつかは壊れるものである
- 人間はいつかは間違えるものである。時には、認知症の人、意識を失う人、悪意の人もある
- 組織やルールやマニュアルに完全なものはありません

## 1.5.2 絶対安全はない

- 絶対安全は存在しないと心得よ
- ベネフィットのあるところ、リスクゼロは有り得ない
- 何もしないのもリスクである（あるリスクを避けて何もしないことにより、他のリスクが生じる）
- 安全は、残留リスクとそれから受ける便益とリスク低減にかかるコストとリスク低減によって生ずる他のリスクとのせめぎ合いで定まるものである

## 1.5.3 安全はそのままにしておくと劣化する

- 人は忘却をする
- ものは劣化する
- 技術は陳腐化する
- 組織はマンネリ化する
- PDCAをまわして常に維持し、向上させなければならない
- 安全は天からは降ってこない
- 安全は、ベネフィットを求めてリスクを覚悟して、主体的に取り組むものである
- 安全は、危険の中に自ら創り上げて行くものである

## 1.6 技術者倫理と安全に係る技術者の倫理

## 1.6.1 倫理について考える

- 倫理とは、本来、世の中のことには、人としてやるべきことと、やってはいけないことの二つがあり、やってはいけないことはやらない、やるべきことはやる、ということの意味し、それを実行する能力のこととも意味する：(人として、守り、行なうべき道)
- 道徳の基本には、倫理があると思われる。倫理の内で守ることを罰則付きで決めたものが法律である。従って、法律は、倫理として守るべき最低限の基準である。
- 常識 > 良識 > 道徳 > 倫理 > 法律

## 1.6.2 倫理の例

- やるべきことはやる
- やってはいけないことはやらない
- 少なくとも法律は守る：法令遵守
- 良心に従え
- (本来の)相手の要請に誠実に応えていく
- 隠さない、うそをつかない
- 分からないことはわからないと答えること

## 1.6.3 技術者倫理について考える

- 技術者倫理とは、技術者として備えるべき倫理のこと。
  - 技術者とは、モノづくりのプロフェッショナル(専門家)であって、最終的な目的は、使用者の便益・利益のため、ひいては、人間の幸福の実現に、ものを作り出すことにある
- \* なぜ、技術者に倫理が必要なのか。**
- 技術者は役に立つモノを社会に提供する役割がある
  - 配慮が足らないと利用者に不利益を与えたり、怪我をさせてしまうからである。要請に応えるもの、安全なものを作る責任があるからである。

## 1.6.4 技術者倫理と責任

- 専門家しか分からないことがあり、危険を最もよく知り得るのは技術者であり、利用者に分かりやすく説明をする責任がある。
- 利用者は、専門知識が無いのですべてを理解する事は困難であり、最後は、技術者や企業を信頼することになる。
- 社会からの信頼を裏切らないように、自らを律するために「倫理」を重視する
- 技術者には、ものづくりに対して、専門家の責任、倫理的責任、製造物責任、説明責任等の社会的責任がある。

## 1.6.5 技術者倫理の前に経営者倫理がある

- 技術者倫理の前に企業倫理・経営者倫理がある。その前に社会倫理がある。
- 企業のトップが身をもって倫理的な行いをしなければ、技術者倫理は生かされない
- 社会倫理 > 企業倫理 > 経営者倫理 > **技術者倫理**
- 企業の責任 > 経営者の責任 > 技術者の社会的責任や倫理
- 組織として、CSRとして、企業活動の「仕組み」として“技術者倫理”を企業の中に取り込む必要がある

## 1.6.6 技術者倫理に共通する項目

- 技術者の仕事は、社会の安全・環境の保全・人類の福祉のためにある
- 事実、及び専門家としての知識と良心に基づく判断をする
- 法令等の遵守
- 社会・公衆に対する説明責任を果たすこと
- 雇用者あるいは受託者としての契約の遵守
- 自己の能力の限界に対する認識を持つこと
- 他者の知的成果、知的財産を尊重する
- 不当な利益を得ない
- 能力の継続的研鑽に努めること
- 守秘義務、情報倫理を守る

\* 中村昌允：事故から学ぶ技術者倫理、工業調査会、2005-1 より

## 1.6.7 安全に係る技術者のための技術者倫理

- 危険を最も良く知るのは安全技術者である。
- 事故を最もよく防げるのは安全技術者である
- 未然防止を最優先せよ（予見可能性、回避可能性の重視）
- 法規は最低基準であり、法規を基に自ら高い安全基準を設けて管理すること
- 過去の事故に謙虚に学べ
- まずもって、最善を尽くせ

## 1.6.8 安全技術者倫理の要約

- 安全の常識を知っていること
- 安全の基本であるISO/IECガイド51の内容を知っていること
- 安全学が示すように、安全を広く、多くの視点から考察すること
- 自分の分野の安全に関しては、専門的な知見を持っていること
- 常に、新しい情報を収集し、自己研鑽を積むこと