

# 第4章 安全・環境と設計

## 4.1 安全・安心と設計

### 4.1.1 信頼性とメンテナンス

**信頼性**: 機械が故障しないで、満足な性能が発揮できる程度(度合い)を表す用語

しかし、永久に故障しない機械はない



機械の性能を維持させるためには、**メンテナンス(保守)**が必要

機械の点検・検査・試験・調整・修理・清掃など

# メンテナンスに対する考え方の変遷

最も高い信頼性とは、故障しないようにすることである。しかし、むやみに信頼性を高めると、機械が実現できなかったり、質量やスペースが異常に大きくなったり、コストがかさんだり、といった問題が生じる。

上記の問題があるために、ある一定期間ごとに部品を交換したり、検査で異常がみつかったら修理するという考えが取り入れられた。ちなみに、電車・自動車・航空機などは、一定期間ごとに点検し、予防的なメンテナンスを行うことになっている。

その後、予防的なメンテナンスだけではじゅうぶんではないとして、故障が発生したり不具合が生じたとき、簡単に修理ができるような構造にして、最初の機械の状態に戻すという考えが導入されるようになった。

# メンテナンスを重要視した設計で心がける原則

過去の故障・事故・失敗などの**経験を生かし**, 同じ失敗を繰り返さない。

**部品点数をできるかぎり少なくし**, 組立や点検の手間をはぶく。

**標準品を用い**, 入手しやすくする。

部品に**互換性や共通性**をもたせ, 予備の部品数を減らす。

機械や部品の**メンテナンスがしやすい構造・部品配置**にする。

**耐用年数**: 機械の利用可能な年数



メンテナンスを上手に行うことによって、初期に設定した機械寿命よりも長期間使用できる

## 4.1.2 信頼性に配慮した設計

**信頼性設計**: 信頼性を向上させるための設計技術

### (1) 危険を除く設計

- ・機械の各部に作用する荷重の種類や大きさなどを予測し、使用する材料を注意深く選んで、**機械の各部材にじゅうぶんな強さや剛性**を持たせる。
- ・作用するかもしれない異常に大きな力や材料の強さのばらつきなどを予想して**安全率**を決め、**機械部品の寿命を推定**して信頼性を高める。



**機械設計の基本 (中の基本)**

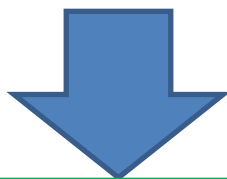
このためには、**様々な機械工学の知識が必要不可欠**

## (2) フェールセーフ設計

万が一の故障も必ず起こるということを前提に、前もって故障を防いだり、故障が起きても損害が最小限にとどまるようにする  
予防的な対応(安全装置が該当)

### フェールセーフ設計の例

蒸気を発生するボイラの安全弁があげられる。ボイラ内が過大な圧力になったとき、安全弁から蒸気を逃して正常な圧力に戻し、ボイラの破壊を防ぐ。



フェールセーフ設計では、上の例のように安全弁を製作して取りつけるので、コストがかさんだり、構造が複雑になる。そのために、フェールセーフ設計は、はぶきたくなる。

しかし、人命などにかかわるような重要なものに対しては、設計者の倫理として、フェールセーフ設計をしなければならない。

### (3) フールプルーフ設計

人間は、機械の操作をするとき、偶発的なミスをおかすという前提で、ミスを予想して予防する対応をする設計(通称:バカよけ)

フールプルーフの設計例

オートマチック乗用車のシフトレバー

(レバーがPの位置にないとエンジンをスタートさせることができない。)



このように、二つ以上の操作の間に約束ごと(ここでは、シフトレバーをPの位置にしてからエンジンスタート)をつかって、誤操作による事故を防止



## (4) 冗長性をもたせた設計

常に余分(予備)の部品やユニットを備え、不具合が生じたときは、これらに切り替えて運転が続けられるようにする方法



構成要素の数が増えるので、コストも増大する。そのために、一般に、冗長性をもたせるのは、故障が発生すると人的被害や物的損害が大きいと予想される場合、安全を重要視しなければならない場合に限定される

### 冗長性設計の例

#### 双発エンジンの飛行機

片方のエンジンに不具合が生じても、残りのエンジンで最寄りの飛行場へ飛行して着陸することができる。



## 4.1.3 安全性に配慮した設計

**安全性**: 人間に加わるかもしれない肉体的・精神的な危害を取り除いて, 人間がいる環境を有害な影響から守ること

### 自動車のリコール

自動車は人命を運ぶ機械であり、不具合が生じた場合には、人命に大きく関わる。欠陥が発見された場合には、**リコール**として速やかに届けて、**無償対応**(補強や交換)をしなければならない。



**リスク**を予想し、正しく機能すること、安全であることを念頭においた設計を心がけることが必要



# 安全性に配慮した設計の方法

危険を除く設計

フェールセーフ設計

フールプルーフ設計

冗長性をもたせた設計

+

危険を隔へだてること

安全柵、侵入禁止区域など

警告の発信

赤ランプ、警報ブザー→周囲に気付かせる

信頼性と関係  
が深い

## 4.1.4 利用者に配慮した設計

### (1) 利用者にやさしい設計

使いやすさや安全性などに配慮する利用者側に立った設計



**バリアフリー**: 人間にとっての邪魔を排除

**ユニバーサルデザイン**: すべての人が使いやすい





## 車いす用スロープ

LRT

床を低くして、  
乗り降りしやすく



## (2) 安全・安心の手だて

### 公的制度：**製造物責任法 (PL法)**

製品の安全性については、製品に欠陥があった場合、製造者の責任が問われる。PL法は、製品の欠陥によって生命・身体・財産に損害を受けた場合、被害者は製造者などに対して損害賠償を請求することができる制度

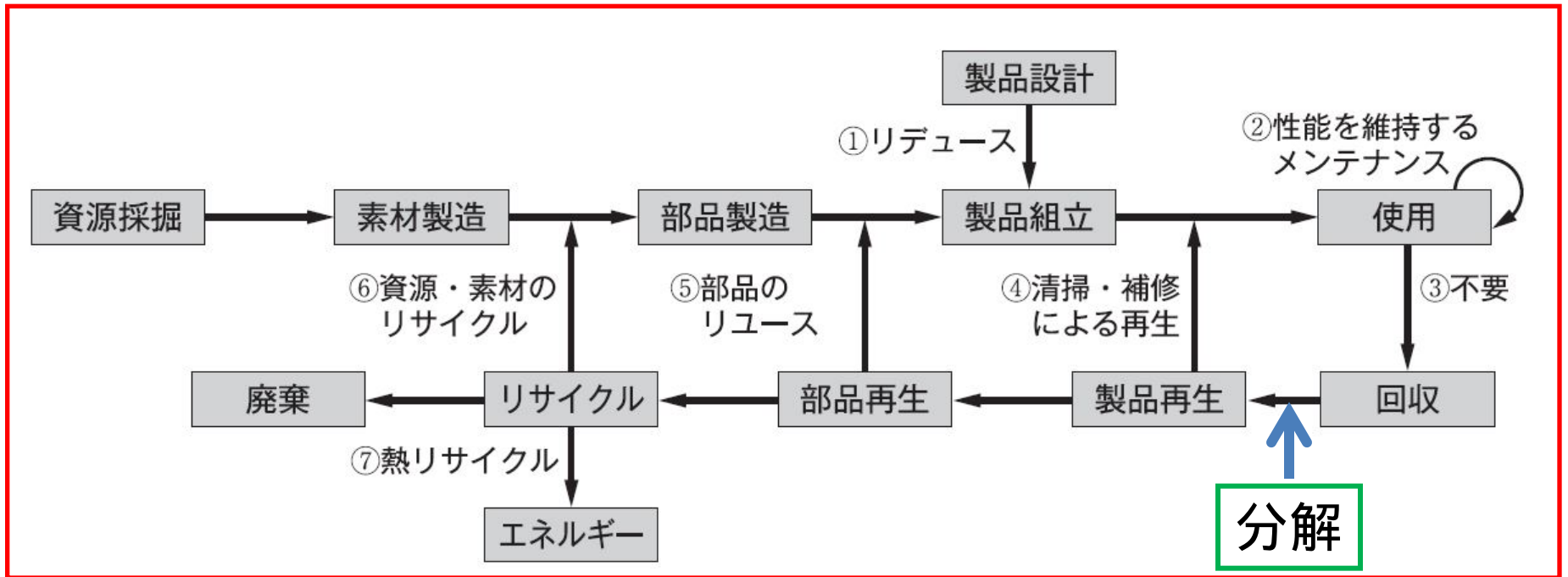


しかし、最もたいせつなことは、利用者の信頼にこたえ、細心の注意と責任をもって信頼性と安全性を備えた製品を設計・製造する**技術者の倫理** (良心)。

## 4.2 環境に配慮した設計

### 4.2.1 ライフサイクル

製品の製造から廃棄までの一生



廃棄を削減し、製品を循環させる重要性

## (1) リデュース (廃棄物の発生抑制)

できるかぎり資源を使わないようにして、必要な機能・性能が発揮できる製品を設計



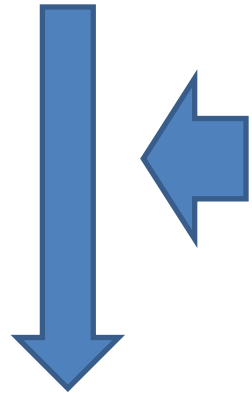
設計の上流に位置するもので、リユースやリサイクルよりも優先されるべき思想 (事柄)

## (2) リユース (再利用)

回収した使用済み製品や部品、容器などを清掃し、不具合部分を補修・交換して製品として再利用。  
製品から取り出した部品を別の製品に取りつけて再使用

### (3) リサイクル(再資源化、再生利用)

一度使った部品を再加工してほかの部品につくり直したり(再生利用),使用済みの製品から材料を取り出して再生(資源・素材のリサイクル)



再加工のための追加資源やエネルギーが必要になるうえ,素材としての品質が低下したり,人手による作業が多いためコストが高くなるという問題

環境のことを考えると,リサイクルが推進できる設計が必要

### (4) 熱リサイクルと廃棄

最後には,燃やしてエネルギーを回収(熱リサイクルという)したり,埋め立てて廃棄

## 4.2.2 ライフサイクル設計

循環を前提としながらライフサイクル全体を考えた設計



製品全体のライフサイクルを見通し、資源を有効に利用して環境負荷を減らす循環型の社会を築くことが必要

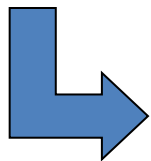
### ライフサイクルアセスメント

製品のライフサイクルの各段階で環境に与える影響を評価する方法にライフサイクルアセスメント (life cycle assessment : LCA ともいう) がある。消費される資源の種類と量, 消費エネルギー, 排出される物質の種類と量などのデータを集め, 大気・水質・土壌などへの影響を評価する。その結果を製品開発などに反映させる。



# 環境に配慮した設計の具体例

## 有害物質使用禁止の動き



新材料，新素材への置換を進める必要があるが，  
機能，性能，コストが従来品と同等以上が必須



クロムめっきねじの新技术

# 六価クロムめっき

・カラー, 表面美化

・傷の自己修復性

# 三価クロムめっき

添加元素の工夫により  
自己修復性を実現

