

設計学2

機能と属性

武田 英明

<http://www-kasm.nii.ac.jp/~takeda>

takeda@nii.ac.jp

@design_theory

工業製品の設計過程

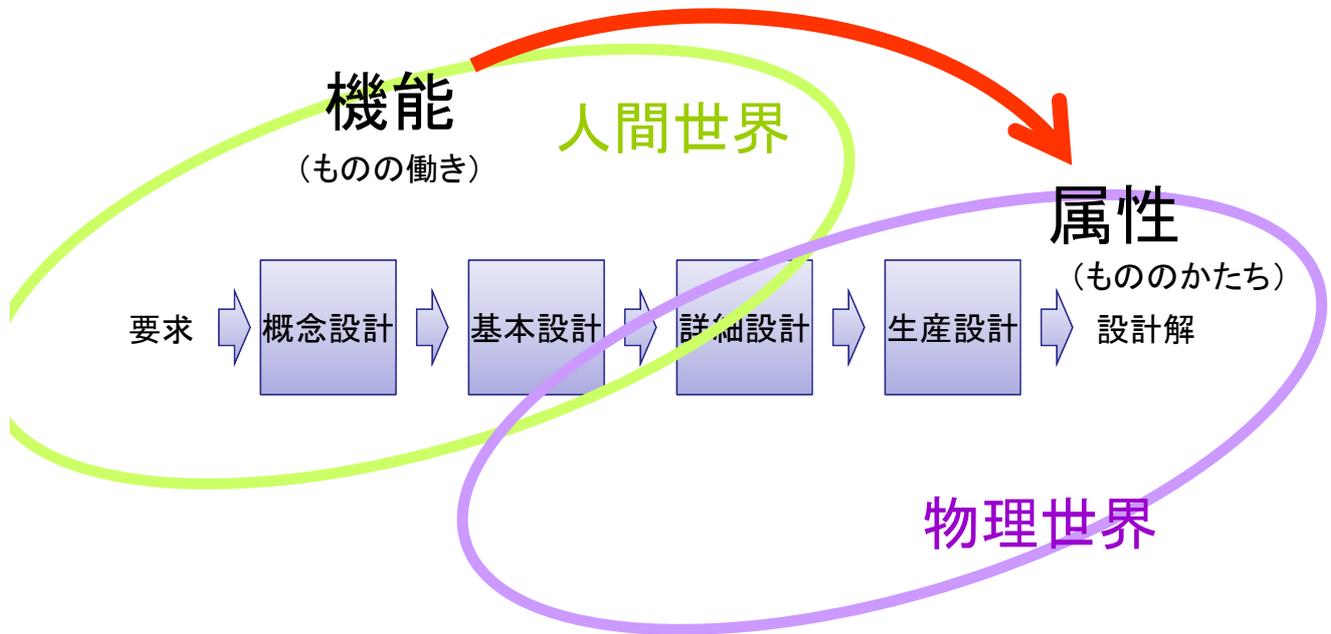
- 設計とは「欲しい働き」を「かたち」にすること

工業製品の設計過程

- 設計とは「欲しい働き」を「かたち」にすること

機能

属性



機能と属性

- 設計とはものの「機能」を実現する「属性」を作り出すこと
 - 機能: ものが備えている働き
 - 属性: ものの実体. もののかたち (≠表面的な「形」)
 - 構造: ものが部分に分かれるときの部分のつながり方
 - 属性の一部
- 機能は属性を通じてしか実現できない!

機能と属性

- 機能:ものが備えている働き
- 属性:ものの実体. 機能を実現する仕組み
- 例:
 - 川原の石
 - 機能:食物をすりつぶす
 - 属性
 - 重量:人が持てる程度までの重量.
 - 大きさ:人が持てる程度
 - 形状:平らな部分がどこかにある
 - 硬さ:十分な硬さがあること

機能と属性

- 例)
 - ナイフ
 - 機能:食べ物を切る
 - 属性:
 - 形状:薄い板状で, 鋭利な端面を持つ
 - 硬さ:十分に硬い
 - 重量:

機能と属性

- 例:

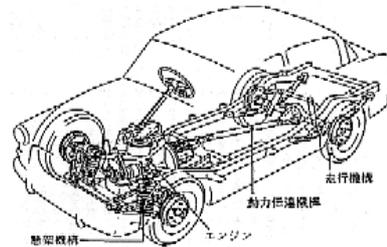
- 自動車

- 機能: 動力を用いて人間を運ぶ

- 構造:

- 人を乗せる部分
 - 人が運転する部分
 - 動力を発生する部分
 - 動力を伝達する部分
 - 動力で前に進ませる部分

- 属性



機能と属性

- 例:

- 時計

- 機能: 時を知らせる

- 構造:

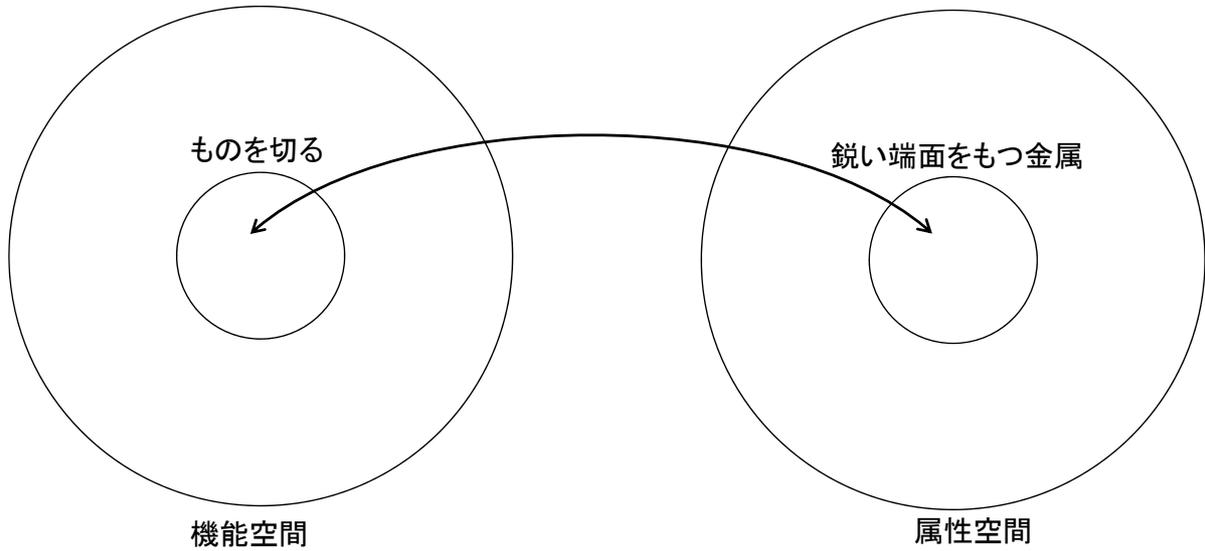
- 時間を表示する部分
 - 時間を計る部分

- 属性



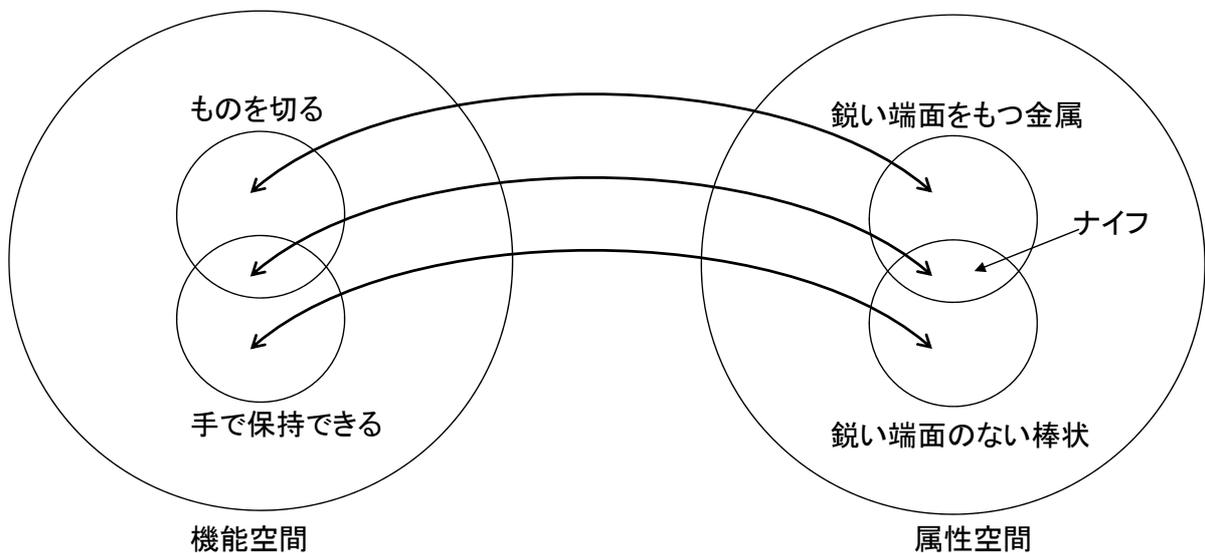
機能と属性

- 機能空間と属性空間



機能と属性

- 機能空間と属性空間

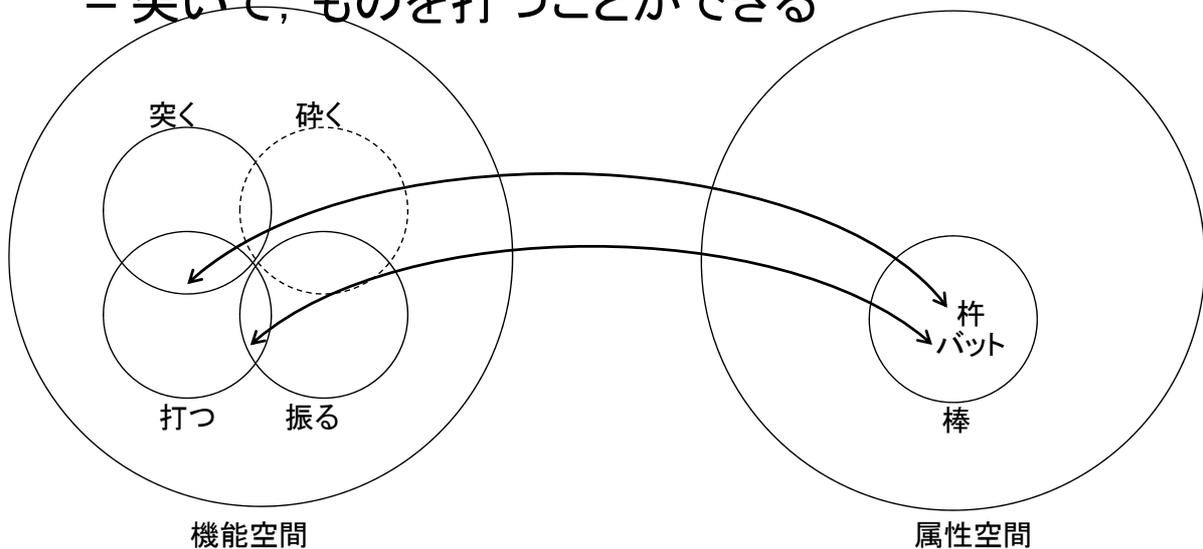


機能と設計

- 棒：
 - 振り回わして、ものを打つことができる
 - 突いて、ものを打つことができる
- 石
 - 突いて、ものを砕くことができる
 - 突いて、ものを打つことができる

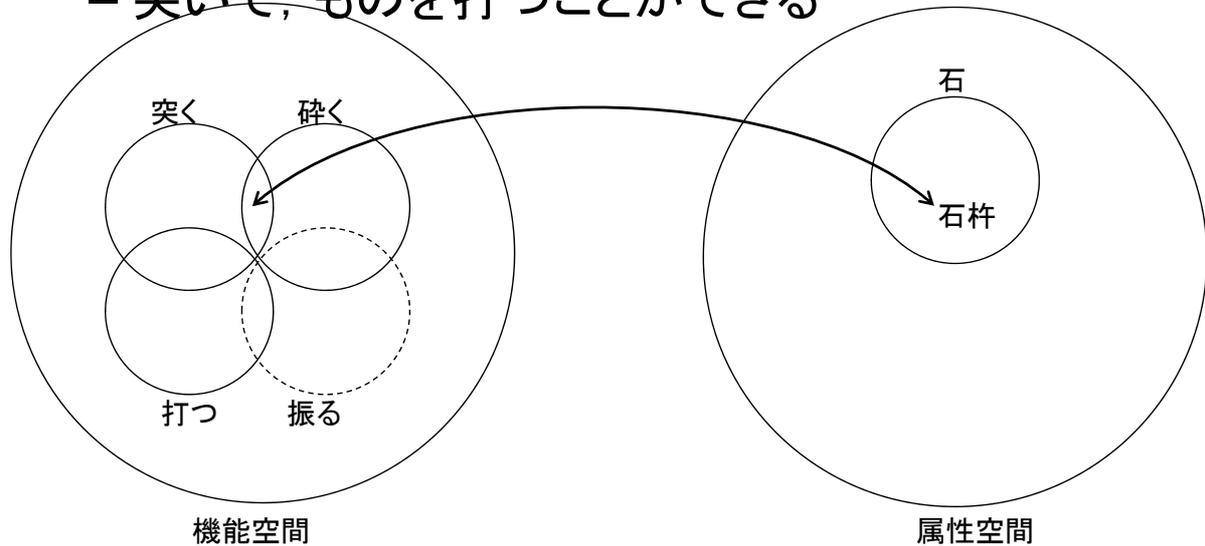
機能と設計

- 棒：
 - 振り回わして、ものを打つことができる
 - 突いて、ものを打つことができる



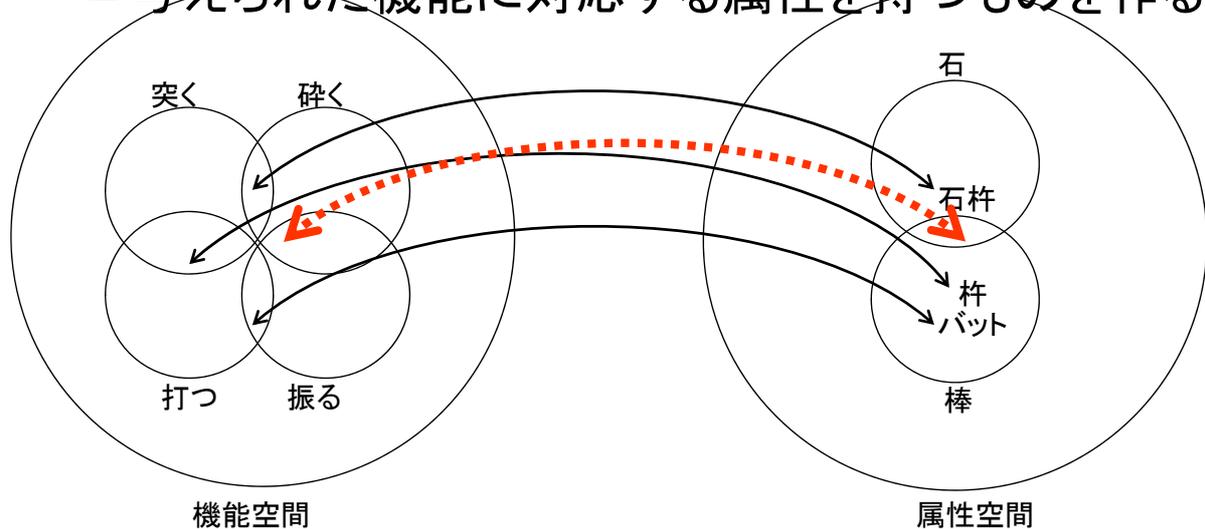
機能と設計

- 石
 - 突いて、ものを砕くことができる
 - 突いて、ものを打つことができる



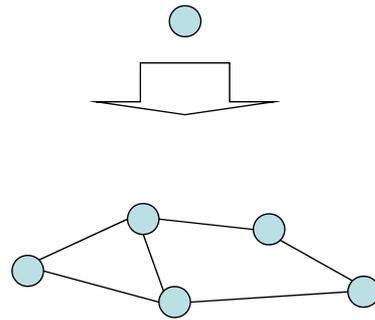
機能と設計

- 「振って砕く」ものは自然に存在しない
- これを存在させるのが設計
 - 与えられた機能に対応する属性を持つものを作る



機能, 構造, 属性

- 構造:ものが部分に分かれるときの部分のつながり方
 - 部分一部分関係
- ものと部分の関係
 - 全体一部分関係
 - 全体は部分の和



機能

機能の表現

- 言語による表現
 - 動詞的表現
 - 例：“人間を移動させる”
- 機能力タログ
 - 基本機能とその組み合わせ
 - 例：(先の車の例)
- 振る舞いによる表現
 - 物理的挙動の解釈
 - 例： $move(A) \& on(B, A) \Rightarrow A$ はBを移動させる機能

Pahl&Beitzの設計論における機能

- 機能：
 - 材料, エネルギー, 情報の入出力
- 機能を分解していく
- 各機能を担う部分を得る

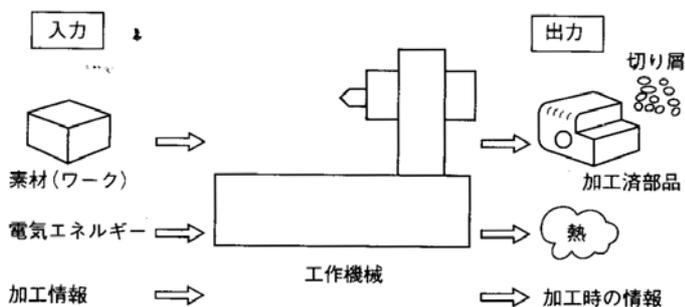


図 3.2 パールとバイツによる機械の機能の定義.

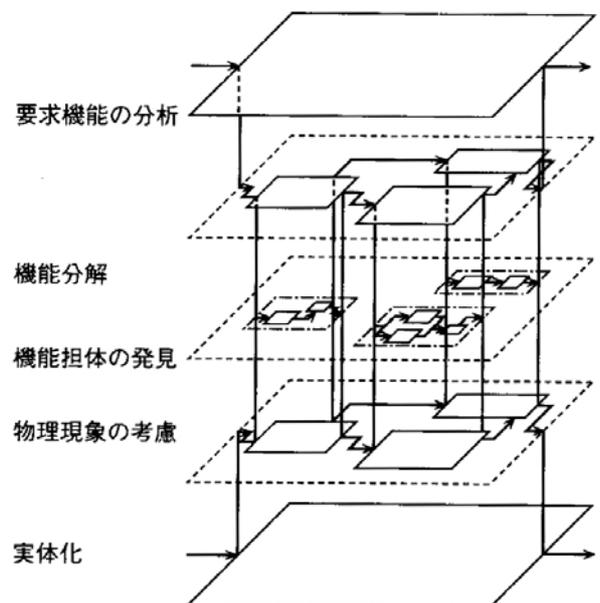


図 3.3 パールとバイツの設計の方法論.

1. パール, W. バイツ: 工学設計一体系的アプローチ (培風

挙動による機能の表現

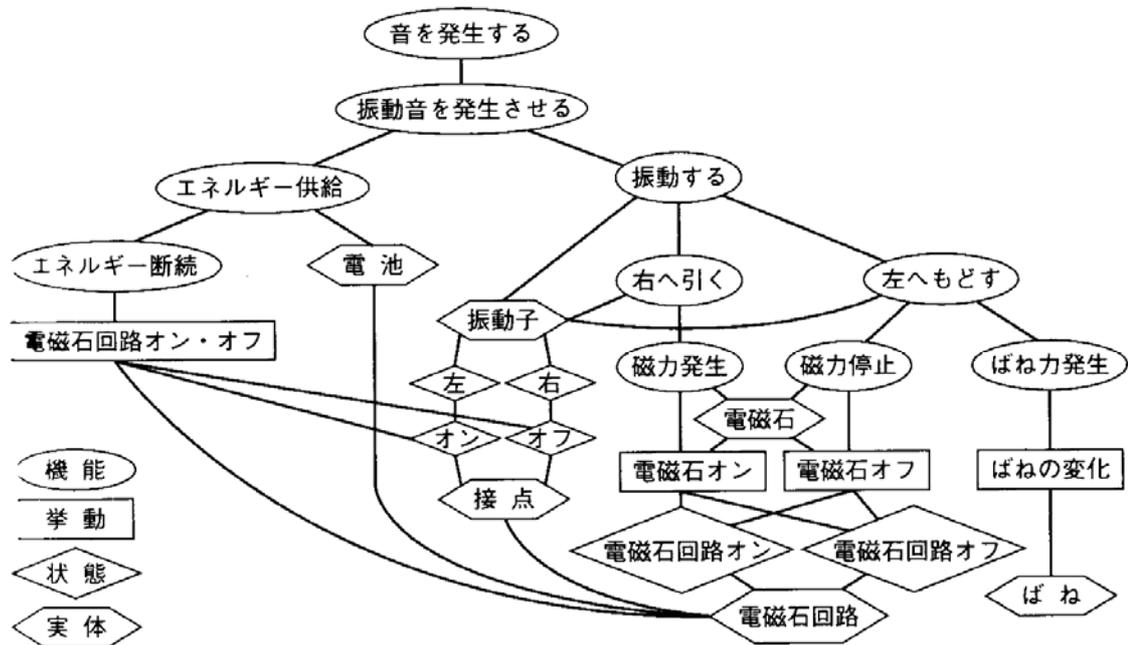
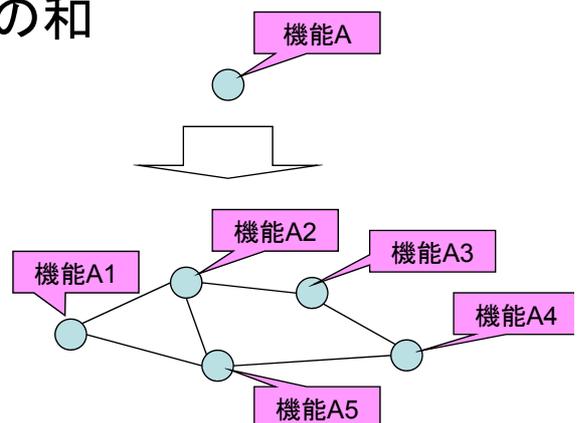


図 4.15 ブザーの機能の FBS モデル。

全体機能と部分機能

- ものの機能と部分の機能
 - ものの機能は部分の機能の和
 - 機能分解
 - ものの機能は部分の機能の和とは限らない



機能の役割

- ものの内と外の界面を表現する
- ものの外とのものの関係
 - どんな役割を果たすか
 - 主観的なこともある
- ものの内ともの関係
 - どんな仕組みになっているか

機能間の関係

- 機能分解
 - 機能をより小さな機能の組み合わせに変える
- 機能合成
 - 機能の組み合わせによってより大きい機能に
- 機能演算
 - 形式的操作(分解, 合成)の存在
- 機能階層
 - 上下関係はあるが, 形式的操作はない

属性

設計対象の表現

- 設計物の主に属性を表現
- 属性
 - 個々の部分がもつ属性(形状, 材質, ...)
 - 部分のつながり方(構造)

部品図

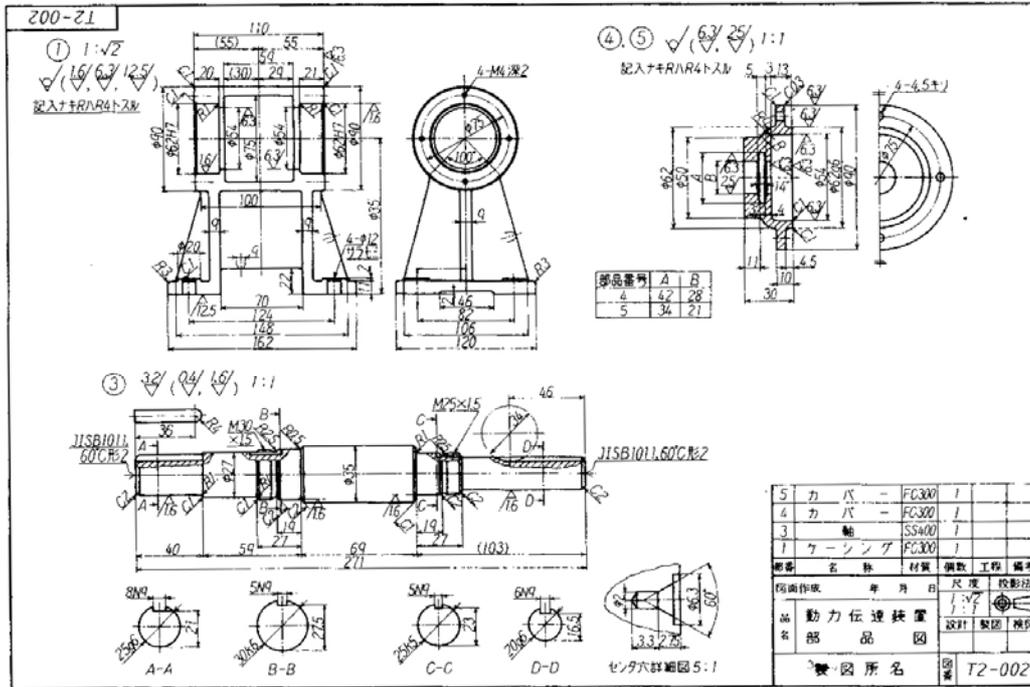


図4.4 部品図の例.

出典) 大西清: 要説機械製図(理工学社, 1987), p. 153.

組立図

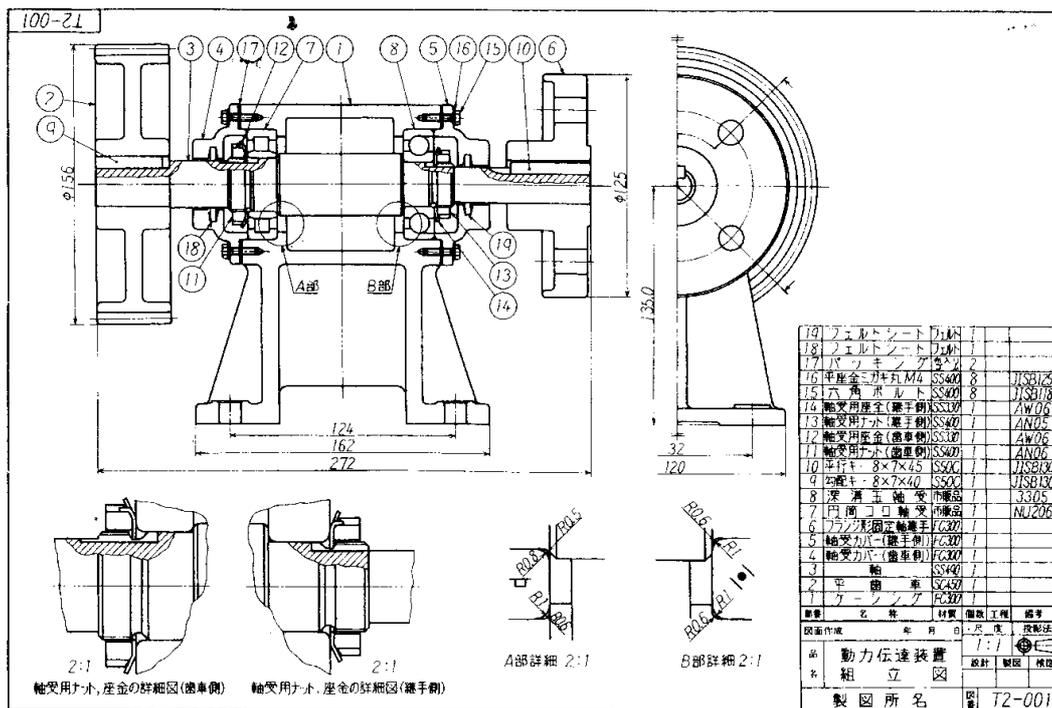
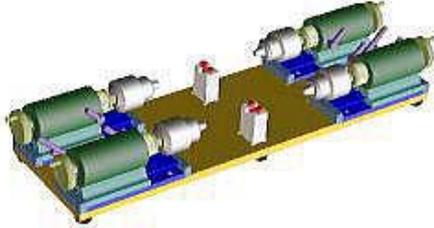


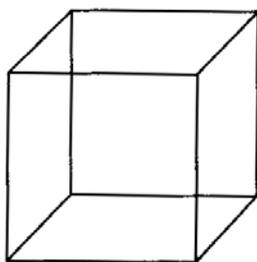
図4.5 組立図の例.

出典) 大西清: 要説機械製図(理工学社, 1987), p. 152.

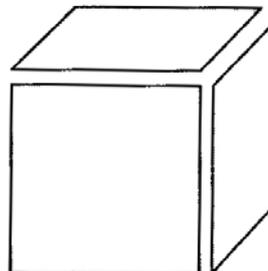
3次元CAD



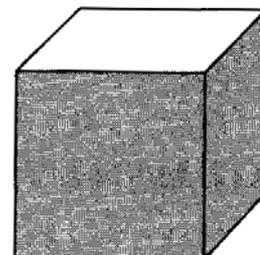
3次元モデリング



ワイヤフレームモデル



サーフェイスモデル



ソリッドモデル

図 4.13 3次元の形状モデリング。

出典) 吉川弘之・富山哲男：設計学(放送大学教育振興会，2000)，p. 151.

ソリッドモデリング

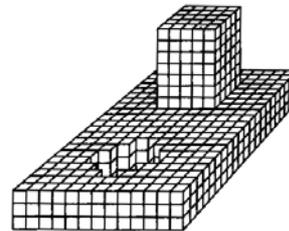
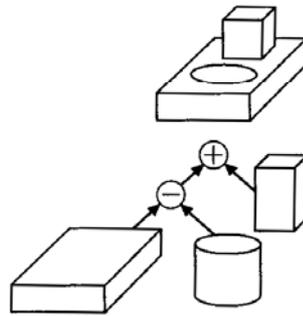
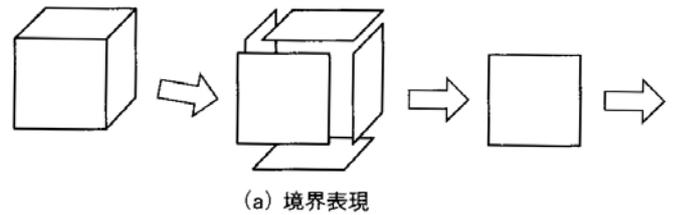


図 4.14 ソリッドモデリングの表現方法。
出典) 吉川弘之・富山哲男：設計学(放送大学教育振興会, 2000), p. 152.

設計対象のモデル

- 設計対象の**モデル**: 設計対象物に関する情報を表現する方法

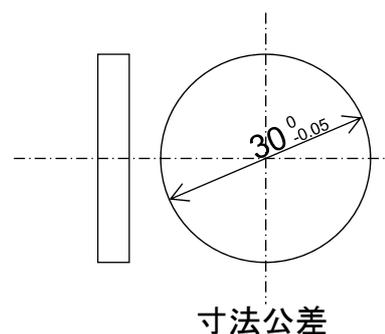
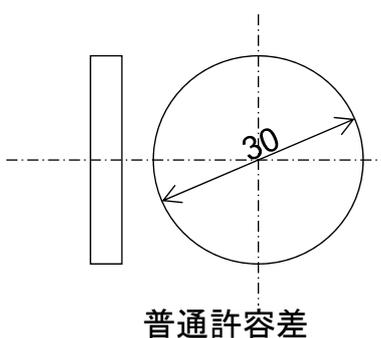
設計対象のモデル = 幾何モデル?

図面は幾何モデルではない

- 純粋な数学的物体は物理的に存在しない
 - 測定の限界
 - 製造の限界
- 物理物体は数学的にみれば曖昧さがある
- その曖昧さをどう表現するか
- 機械図面
 - 公差
 - 表面粗さ

機械図面

- 公差
 - 製造物の寸法をある範囲で指定
 - そうでないと製造できない
 - 部品の機能面の指定すべき



機械図面

- 公差

- 普通許容差

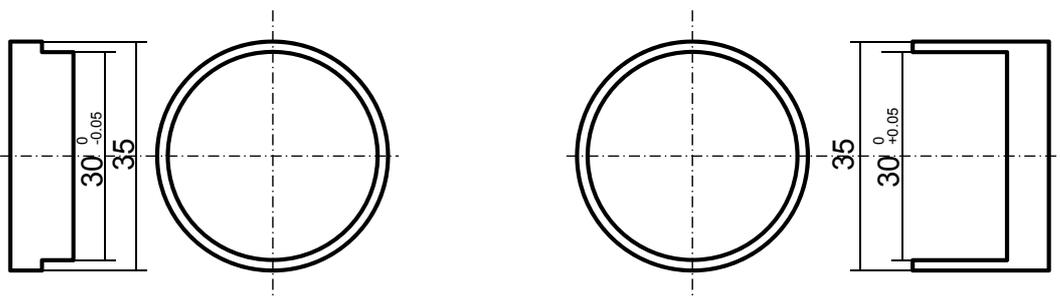
- 長さ(面取り部分を除く, 面取り部分)
 - 角度
 - ...

面取り部分を除く長さ寸法に対する許容差 単位：mm									
公差等級		基準寸法の区分							
記号	説明	0.5以上 3以下	3より上 6以下	6より上 30以下	30より上 120以下	120より上 400以下	400より上 1000以下	1000より上 2000以下	2000より上 4000以下
		許容差							
f	精級	±0.05	±0.05	±0.1	±0.15	±0.2	±0.3	±0.5	—
m	中級	±0.1	±0.1	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2
c	粗級	±0.2	±0.3	±0.5	±0.8	±1.2	±2	±3	±4
v	極粗級	—	±0.5	±1	±1.5	±2.5	±4	±6	±8

機械図面

- 公差

- どこにどういう公差をつけるか
 - 機能面
 - はめあい



機械図面

- 表面粗さ

- 表面仕上げの度合い

- 滑らかな面が必要なとき,
- シール面

最大高さRyの区分値	十点平均粗さRzの区分値	算術平均粗さRaの区分値	三角記号
0.1S 0.2S 0.3S	0.1Z 0.2Z 0.4Z	0.025a 0.05a 0.1a	
0.8S	0.8Z	0.2a	
1.6S 3.2S 6.3S	1.6Z 3.2Z 6.3Z	0.4a 0.8a 1.6a	
12.5S 25S	12.5Z 25Z	3.2a 6.3a	
50S 100S	50Z 100Z	12.5a 25a	

機械図面

- 機械図面 = 機械製造モデル

設計対象のモデル

- モデル: 対象の全部また一部の性質を特定の関心に従って抽出して, 正しく表現したもの
- 特定の関心 = 視点
- 工学モデルにおいては特定の視点を体系立てた「背景理論」が存在して, これがモデルで扱うべき情報や概念を規定する.

内包的モデルと外延的モデル

- 内包的モデル
 - そのものの定義, 性質, 規則にしたがって表現するモデル
 - たいていの工学的モデル
- 外延的モデル
 - その実例を示す
 - ファッションモデル, 親方の作品例

モデル

- 幾何モデル
 - 2次元モデル
 - 3次元モデル
- 模型: 対象のスケールを変えた実体
- クレイモデル: 外部形状だけ
- 運動モデル
- 強度モデル
- 振動モデル
- 熱モデル
- ...

振動モデル

$$f = m\ddot{x} + cx + kx$$

- 部品の質量, 加速度, および部品に作用する外力以外はすべて無視する. 部品は質点と考える
- 剛体としての運動は無視する
- ばね要素は線形の弾性要素である
- 粘性抵抗は速度に比例するニュートン抵抗である
- これ以外の属性や性質は一切無視する

多様なモデルの併用

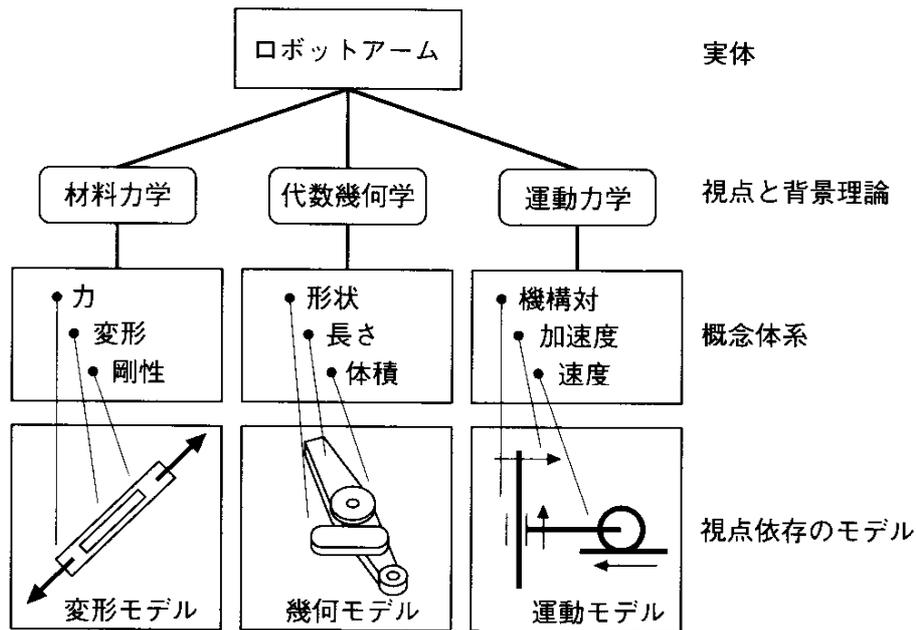


図4.6 モデルの作成過程.

出典) 吉川弘之・富山哲男：設計学(放送大学教育振興会，2000)，p. 78.

多様なモデルの併用

- CAE(Computer-Aided Engineering)ツール：
 - 多様な解析ツールを用意したもの
 - 主に数値解析