

# 第1章 機械と設計

## 1.1 機械のしくみ

### 1.1.1 機械の定義

機械とは、エネルギー・物質・情報を入力として受け入れ、これを内部で形を変えたり伝えたりして、最後に違った形のエネルギー・物質・情報を出力として出すものをいい、人に役立つ働きをするものである。

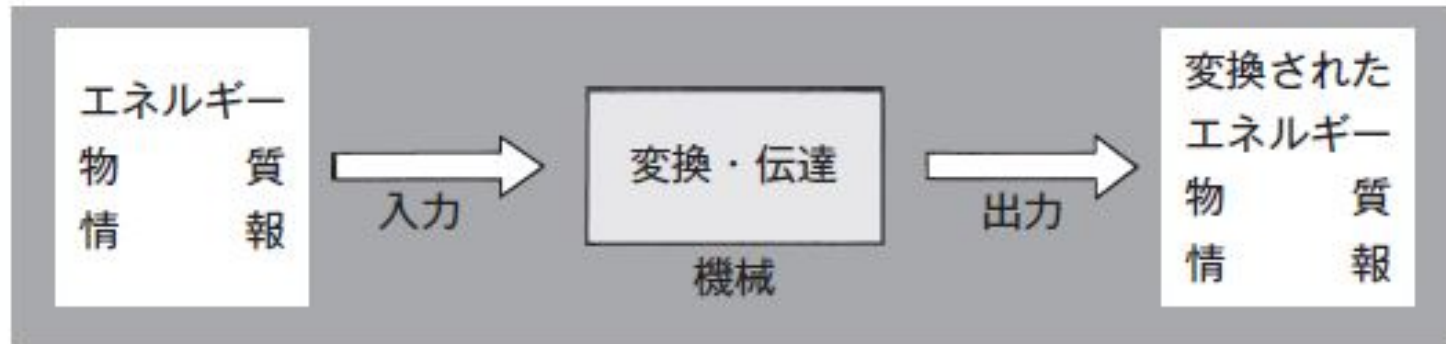
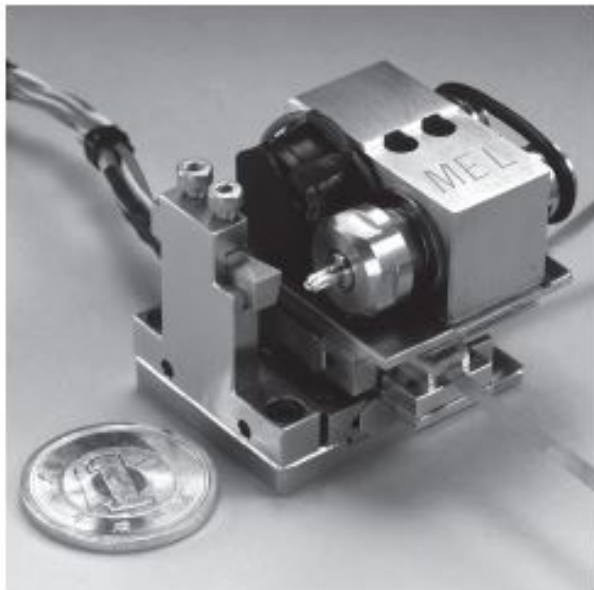


図 1-2 機械の定義



## マイクロ旋盤

入力: 電気エネルギー  
コンピュータからの指令  
出力: 主軸の回転  
主軸台の移動  
仕事: ワークの加工

## コンピュータ

入力: 情報  
↓ 変換・計算  
出力: 情報

## 洗濯機

入力: 電気エネルギー  
↓ 回転により水流、脱水  
出力: 汚れの落ちた洗濯物



すべて機械である

ノギス・メジャー：内部でエネルギーや情報の  
変換・伝達がない



機械ではなく、**機器**

ドリル：それ自身はエネルギーや情報の形を変えていない



機械ではなく、**工具**

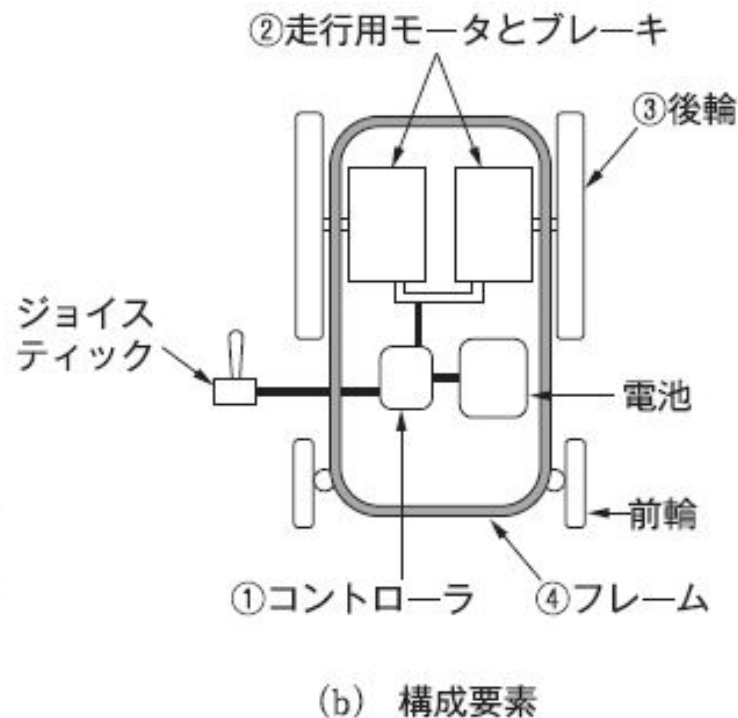
橋(橋りょう)：入力も出力もない



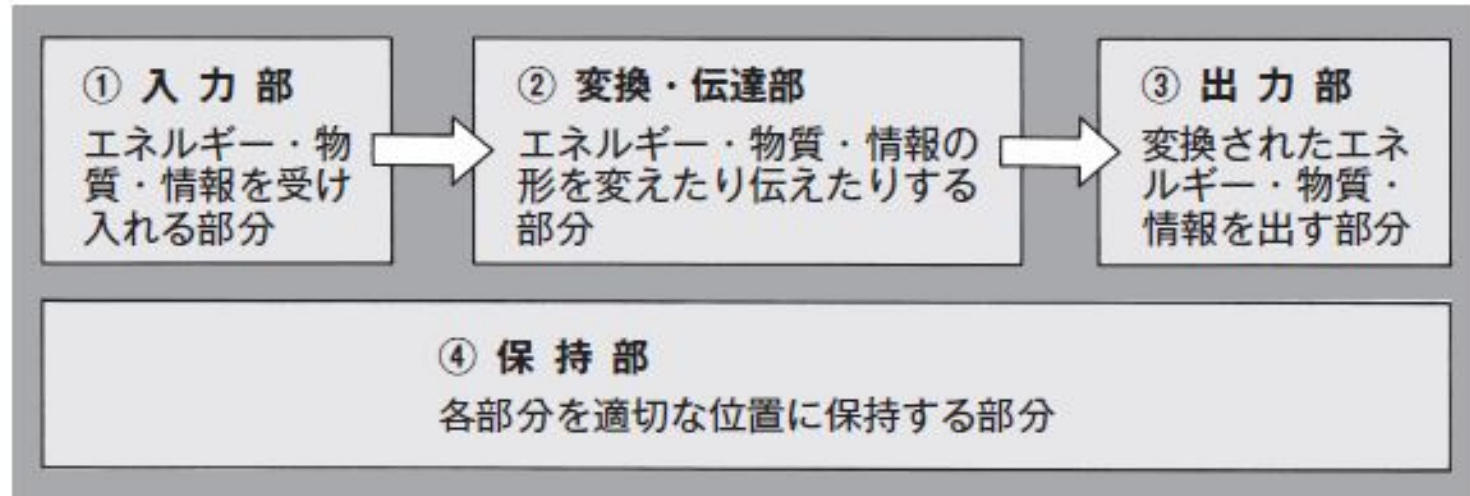
機械ではなく、**構造物**

## 1.1.2 機械の成り立ち

- (1) エネルギーを受け入れる部分: **コントローラ** (制御装置)
- (2) エネルギーの変換や伝達をする部分: **モータ**、**歯車**
- (3) 変換されたエネルギーを出力する部分: **後輪**
- (4) 各部を保持する部分: **フレーム**



# 基本的な機械のなりたち

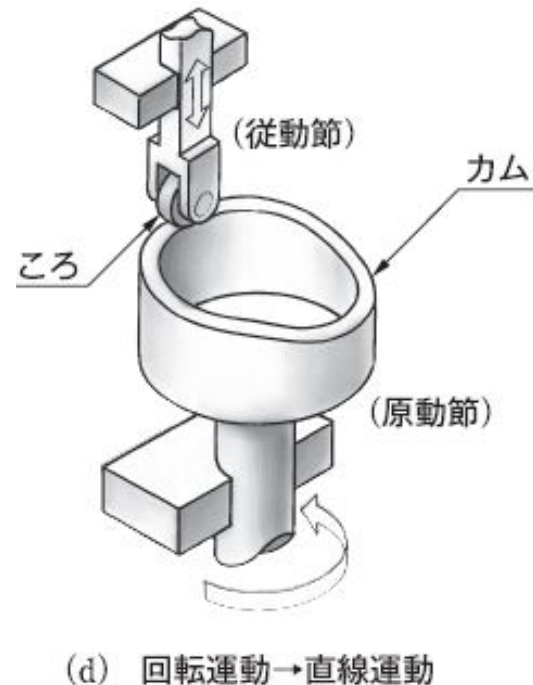
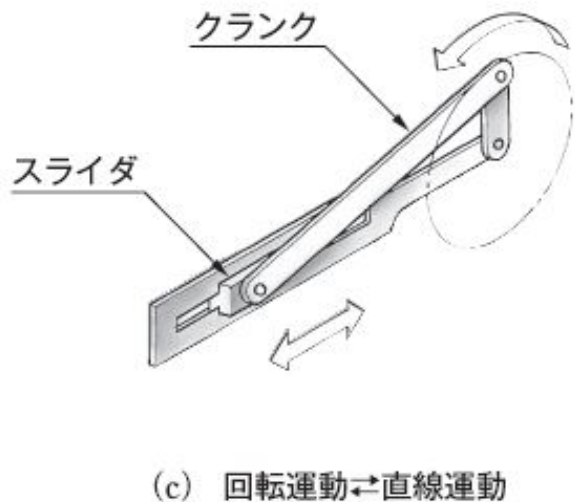
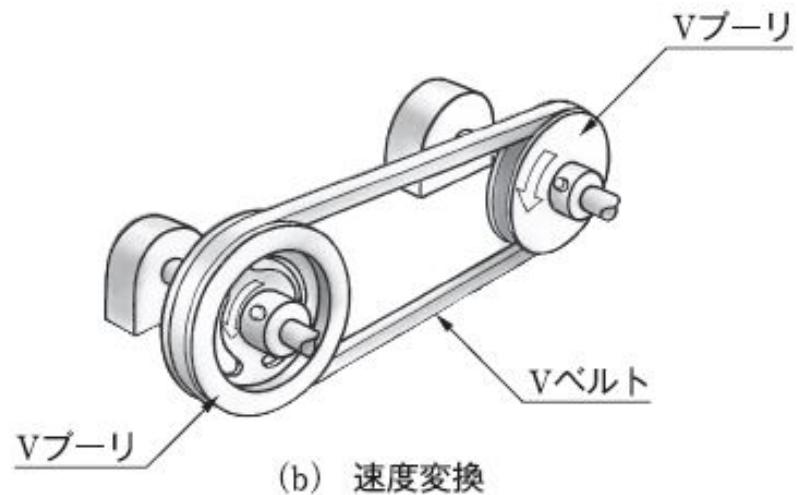
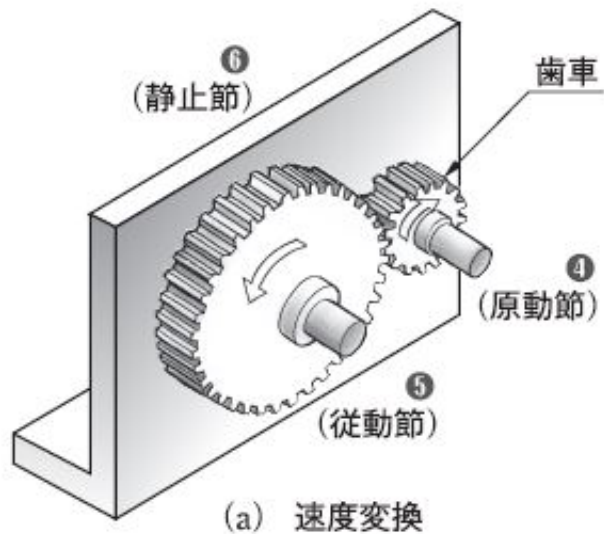


## 1.1.3 機械のしくみ

### (1) 機構

機械に必要な動きをさせるためには、駆動源の運動の形態や速度を変える仕組みが必要 → **機構**

機構を構成する物体: リンク(節) ← 機構学で学習済み



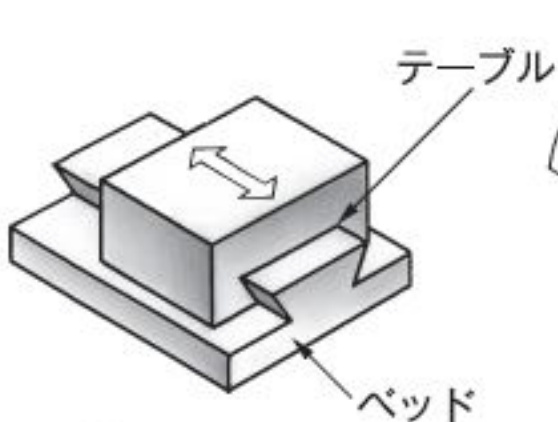
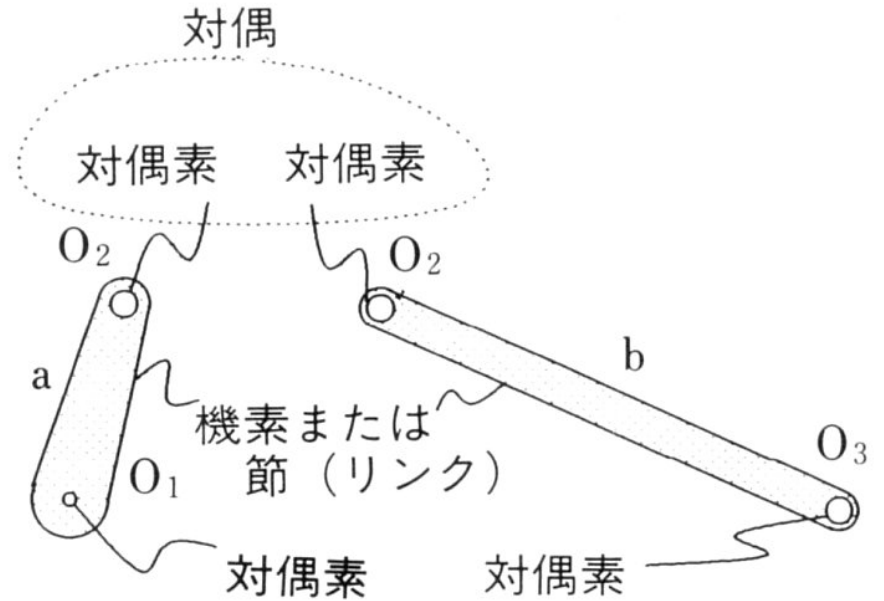
## 運動を変換・伝達する機構の例

## (2) 対偶

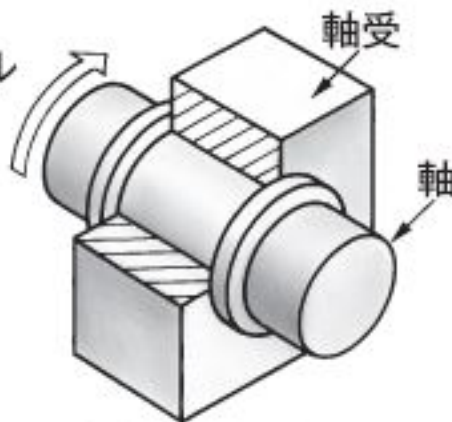
節と節の接点  
→ 対偶 (ペア)



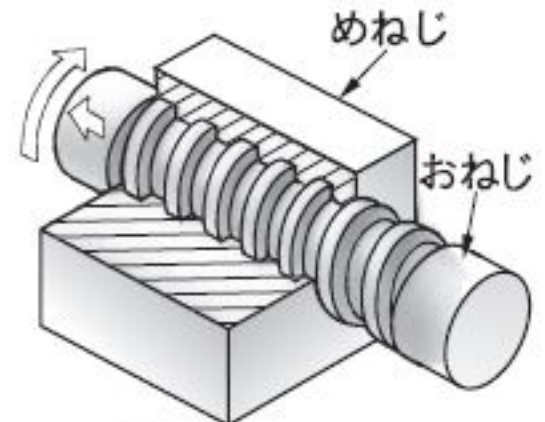
互いに接触を保ち、  
一定の相対運動をする



(a) 進み対偶



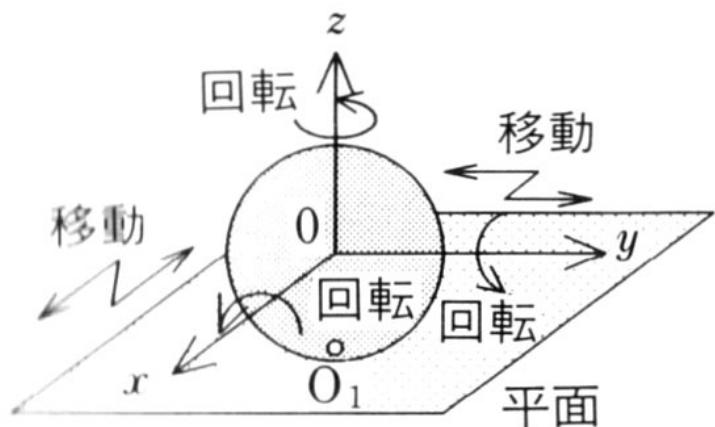
(b) 回り対偶



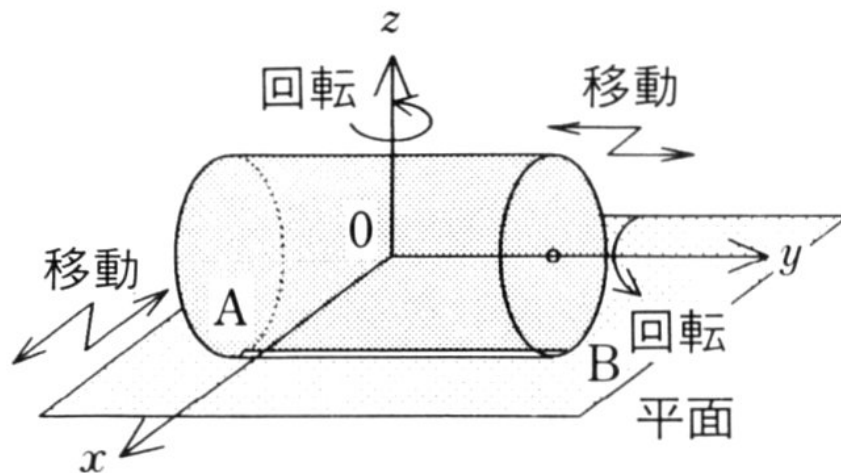
(c) ねじ対偶

1自由度対偶の例

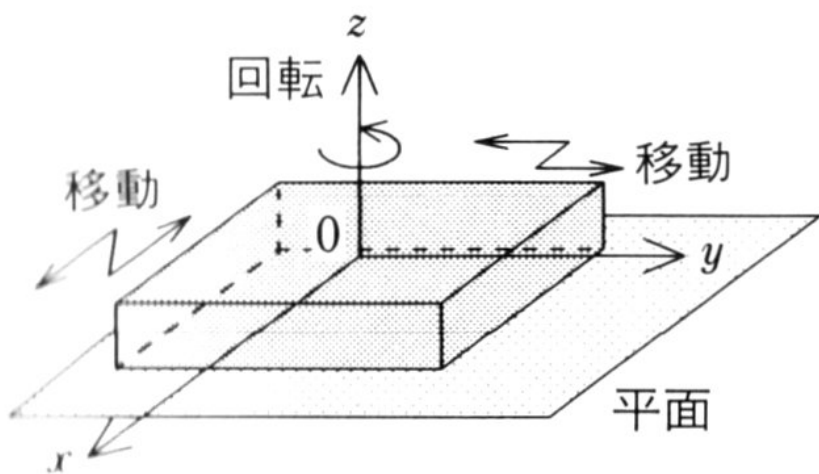
# 多自由度対偶の例



(a)



(b)



(c)

(a) 点対偶: 自由度 5

(b) 線対偶: 自由度 4

(c) 面对偶: 自由度 3

自由度は最大の自由度



### (3) 制御機構

- ・ **シーケンス制御** : 設定された手順に従って、  
幾つかの作業を自動的に行う



オープンループ機構が多い



正確に動作したかを検証しないので、動作指令を忠実に実行できる装置が必要となる。

- ・ 精度の高い部品 (高精度)
- ・ 変形に強い構造 (高剛性)
- ・ 経年変化が少ない (高耐久性)

.....

など

- ・ **フィードバック制御** : 目標として定められた位置や速度などと現在の運動を比較して差を修正する動作を行う



クローズドループ(セミクローズドループ)機構が多い



位置や速度を検知するセンサと差分を計算するコンピュータが必要。動作は正確になるが、

- ・ システム的に高価
- ・ 部品点数増→故障率が上がる

.....

など

# 1.2 機械要素と標準化

## 1.2.1 機械要素

同じ目的で、多くの機械に使われている、共通性を持たせた部品

要素名	機能・目的	例
締結要素	部品と部品を結合する要素	ねじ・キー・ピンなど
伝達要素	運動・力・情報を伝える要素	軸・歯車・ベルト・チェーン・送りねじなど
案内要素	運動する部品を保持し、案内する要素	滑り軸受・転がり軸受など
エネルギー吸収要素	振動をやわらげたり、運動の速度を落としたり、止めたりする要素	ばね・ブレーキなど
流体伝導要素	空気・水・油などの流体を導いたり、流体を用いて信号を送ったりする要素	<small>くだ</small> 管・バルブ・管継手など



ISOやJISで寸法が規定されている  
(世界的な互換性)

## 1.2.2 標準化

現在は**ボーダレス**の時代 → 部品の種類、品質、形状、寸法などを統一して、**共通化**しておく为好都合



**標準化**: 形状や寸法などの**統一化**を図ること



全世界で、いつでも、容易に適切価格で部品調達が可能

国際的な規格: **ISO** (国際標準化機構)

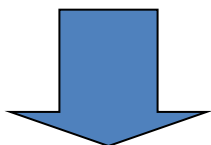
国家規格: 日本では**JIS** (ドイツではDINなど)

- ・適合品にはJISマーク
- ・輸出には輸出国の国家規格に適合していることが必要



## 1.2.3 標準数

生産合理化，検査簡略化のために，採用する数値を技術的理由の許し得る範囲で標準化することが望ましい



標準数が制定されている

公比が $10^{1/R}$ の等比級数

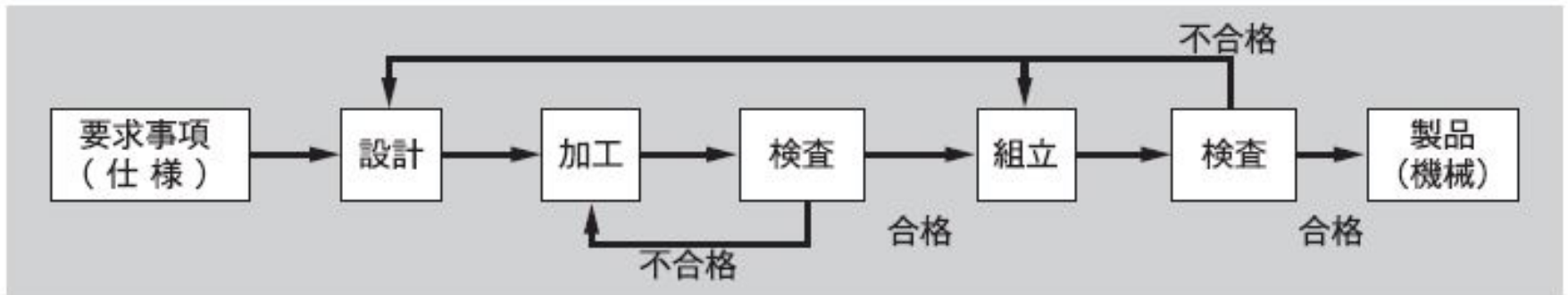
## 標準数の例

基本数列の標準数				基本数列の標準数					
R 5	R 10	R 20	R 40	R 5	R 10	R 20	R 40		
1.00 ( $10^{\frac{0}{10}}$ )	1.00 ( $10^{\frac{0}{10}}$ )	1.00	1.00	2.50 ( $10^{\frac{2}{5}}$ )	3.15 ( $10^{\frac{5}{10}}$ )	3.15	3.15		
			1.06				3.35		
		1.12	1.12			3.55	3.55		
	1.25 ( $10^{\frac{1}{10}}$ )	1.25	1.25		1.25	4.00 ( $10^{\frac{3}{5}}$ )	4.00 ( $10^{\frac{6}{10}}$ )	4.00	4.00
			1.32		1.32			4.25	
		1.40	1.40		1.40		4.50	4.50	
1.50			1.50	4.75					
1.60 ( $10^{\frac{2}{5}}$ )	1.60 ( $10^{\frac{2}{10}}$ )	1.60	1.60	6.30 ( $10^{\frac{4}{5}}$ )	5.00 ( $10^{\frac{7}{10}}$ )	5.00	5.00		
			1.70				5.30		
		1.80	1.80			5.60	5.60		
	2.00 ( $10^{\frac{3}{10}}$ )	2.00	2.00		2.00	6.30 ( $10^{\frac{4}{5}}$ )	6.30 ( $10^{\frac{8}{10}}$ )	6.30	6.30
			2.12		2.12			6.70	
		2.24	2.24		2.24		7.10	7.10	
2.36			2.36	7.50					
2.50 ( $10^{\frac{4}{5}}$ )	2.50 ( $10^{\frac{4}{10}}$ )	2.50	2.50	8.00 ( $10^{\frac{9}{10}}$ )	8.00	8.00	8.00		
			2.65			8.50			
	2.80	2.80	2.80		9.00	9.00			
		3.00	3.00		9.50				

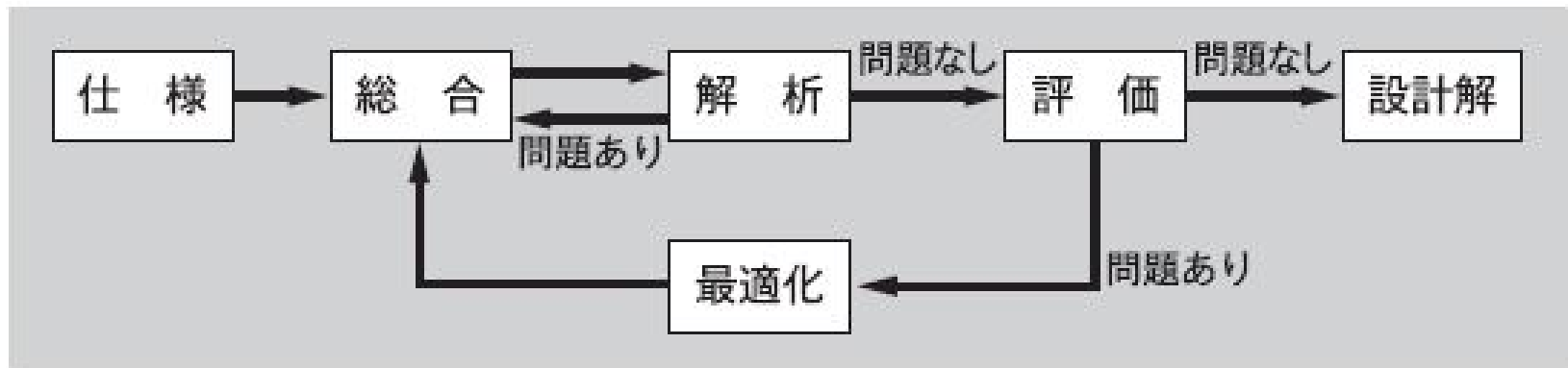
# 1.3 機械設計

## 1.3.1 機械設計の進め方

### 機械ができるまでの流れ

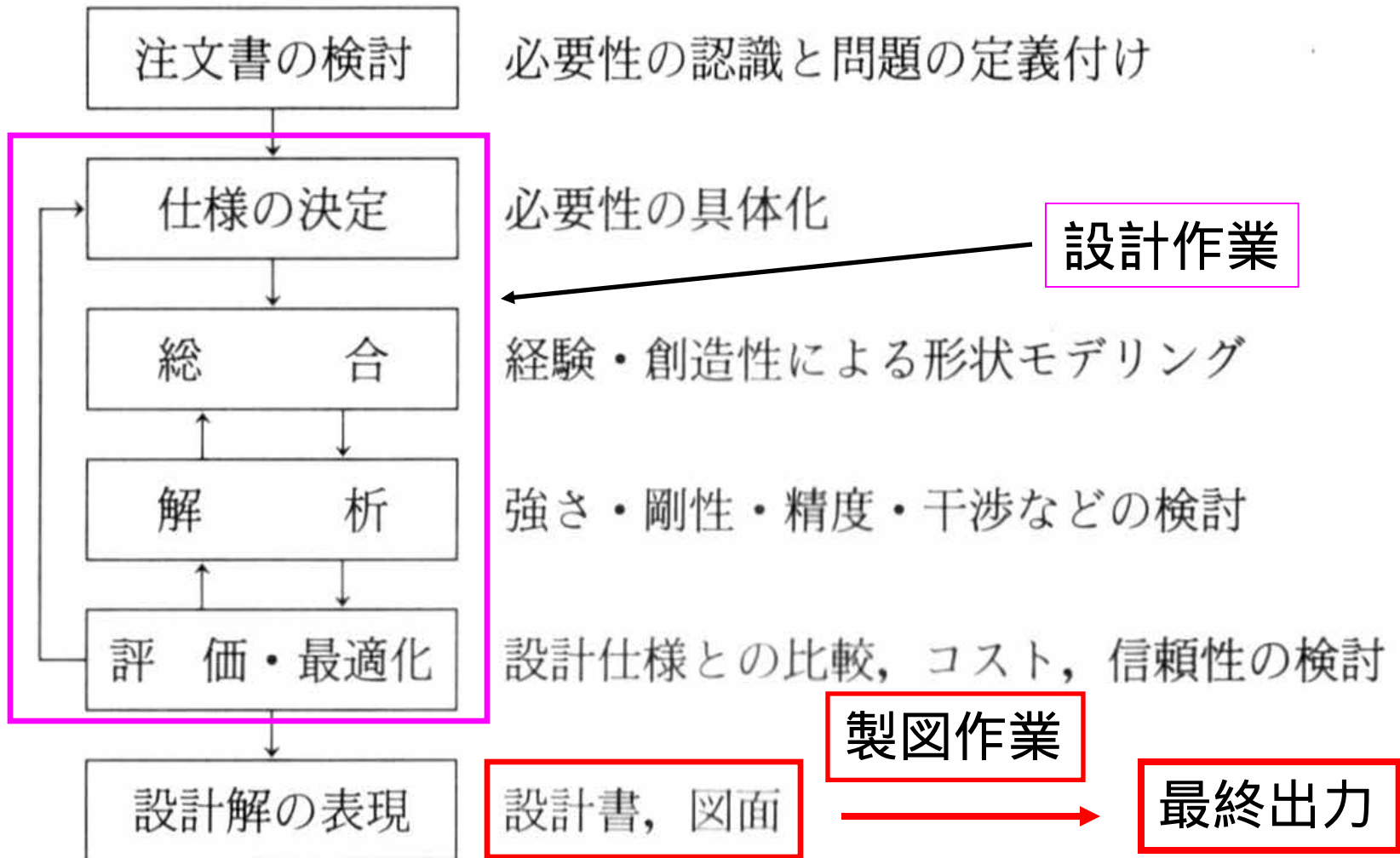


### 機械設計の流れ



# 機械設計の手順(プロセス)の詳細

どのような機械を作るのか



## 1.3.2 コンピュータ援用設計 (CAD)

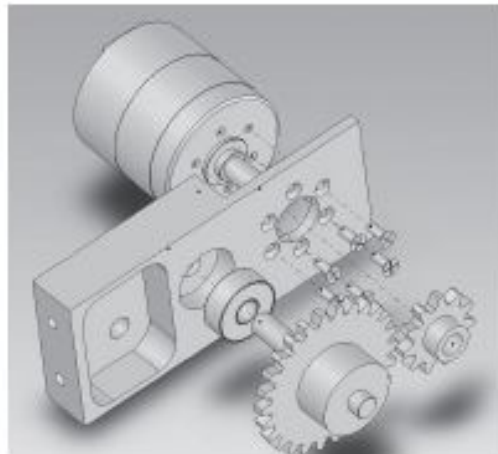
### 利点

設計情報に基づいて部品図や組立図を**効率よく描く**ことができる。部品を組み付けて、組立図を作成し、**シミュレーション**によって部品の干渉などの不具合を確かめることができる。また、設計変更も容易にできる。

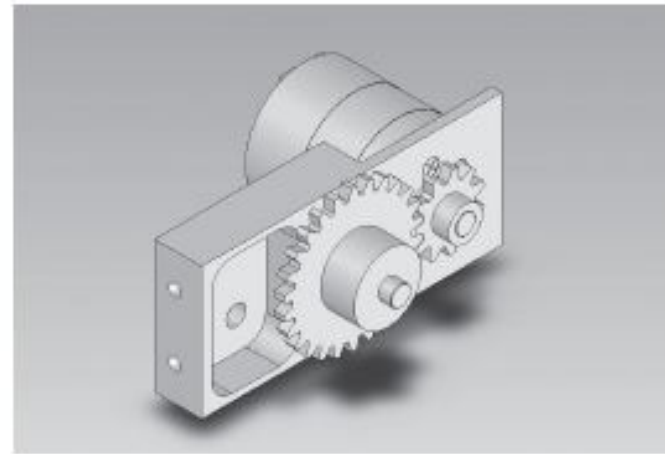
設計データの管理がしやすく、ほかの人たちと**設計情報を共有**することができる。

変形や強さ、振動などの解析が行えるので、**設計の効率化**がはかれる。

三次元CADでは、機械・部品を任意の方向からみた図で表すことができるので、**部品の配置や構造を容易に理解**することができる。



(a) 組立用部品



(b) 組立図



## 欠点

- ・CADの使用法に精通しないと、手書きよりもストレスが大きい。
- ・操作法を誤ると、コンピュータが固まってしまう、これまでのデータが無に帰す。



CADは、使いこなせると非常に便利、かつ有用であるが、CADを使えばいい図面が書けるわけではない。あくまで援用であり、いい図面が書けるか、は設計者の知識、経験に依存する。

### 1.3.3 よい機械を設計するために

#### よい機械を設計するために心がけること

- ・機械の機能を発揮させるための基本的なことから  
目的の仕事を行うしくみになっている。  
部品の強さや寿命などが、仕様を満たしている。  
点検や修理がしやすくなっている。
- ・機械に要求される一般的なことから  
利用できる加工法でつくられている。  
標準品や互換性・共通性のある部品を使用している。
- ・安全・安心に関係することから  
安全の考えを取り入れている。
- ・環境に関係することから  
環境に悪影響を及ぼす材料を用いていない。

上記に加えて、

◆*Note 1-1* よい機械を設計するためのそのほかのことから以下のことから、考慮することが望まれる。

- ◇ 部品点数が少なく、組み立てやすい。
- ◇ 加工しやすい形や材料を用いている。<sup>①</sup>
- ◇ 過去の失敗などの経験を活かしている。
- ◇ 価格が安価であり、維持費が安い。
- ◇ 親しみやすいデザインであり、使いやすい。
- ◇ 資源の再利用を考えている。
- ◇ 騒音や振動をおさえている。
- ◇ エネルギー消費が少ない。