

# 第1章：序論

## 1.1 制御とは

キーワード： 制御(コントロール), システム

## 1.2 制御系の標準的構成と制御目的

キーワード： フィードフォワード, フィードバック

## 1.3 フィードバック制御の利点と課題

キーワード： フィードバック制御の利点

学習目標：「制御」の重要性を理解する。また、フィードバック制御の利点を理解する。

# 1 序論

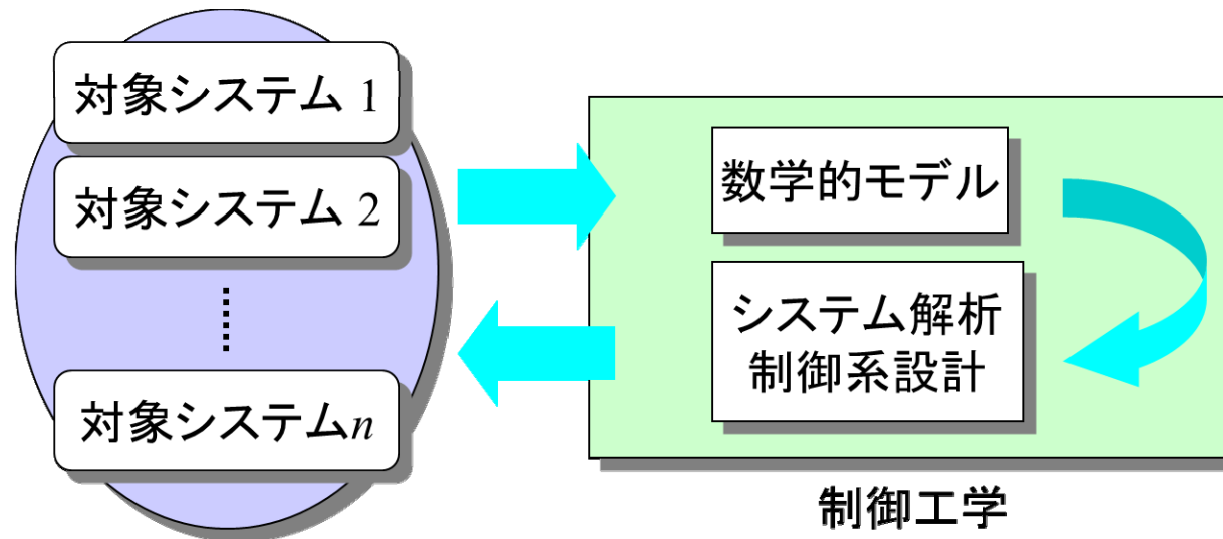
## 1.1 制御とは

制御(コントロール) : control



対象とする物(またはシステム)を自分の思うように操る

種々の**対象システム**から, 制御に関連する特性を**数学的モデル**という形で抽出し, このモデルに基づいてシステムの挙動を解析し, **制御系の設計**理論を組み立てる.



# 1 序論

## 1.2 制御の構成と制御目的

システムの表し方 — ブロック線図

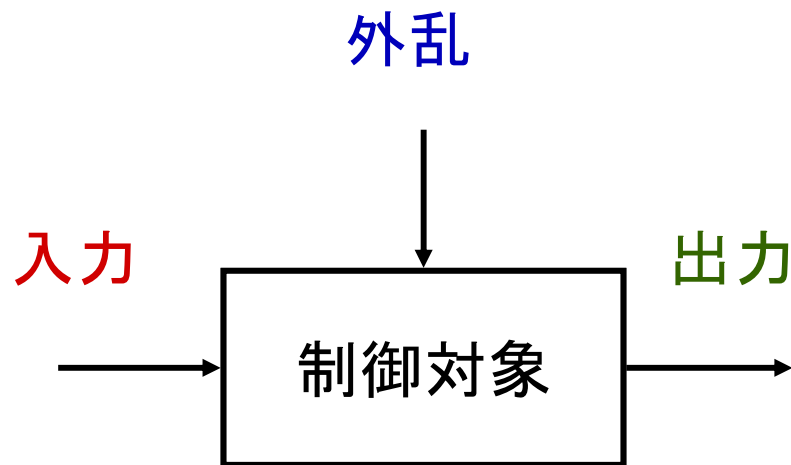
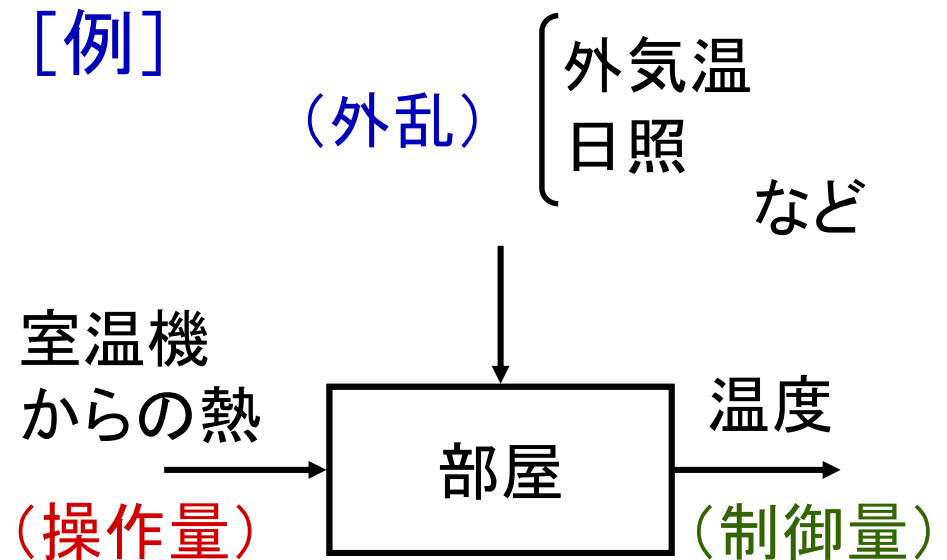


図 1.6 制御対象のブロック線図表現



## フィードバック

### コントローラ(制御器)

目標値と制御量の比較  
偏差というオンライン情報  
に基づき処理

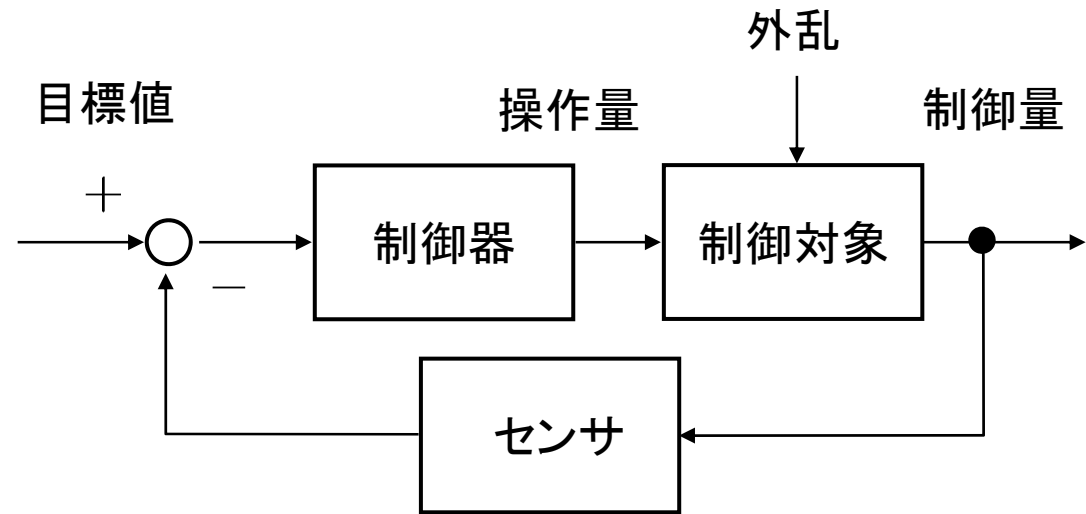


図 1.7 フィードバック制御系

## フィードフォワード

### コントローラ(制御器)

対象の特性が分かっ  
ていれば, 逆算

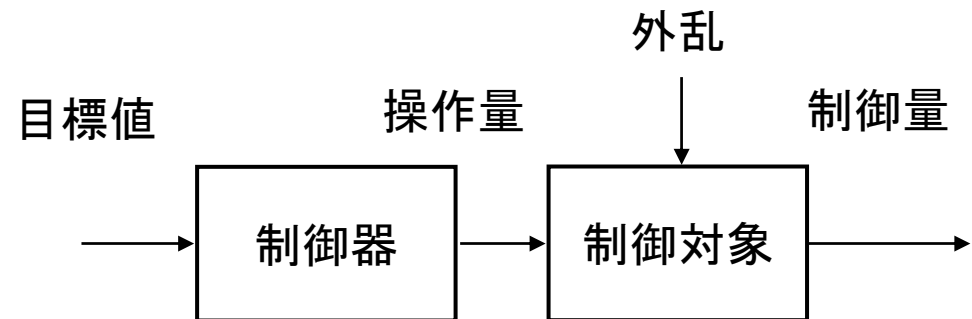


図 1.8 フィードフォワード制御系

# 1 序論

## 1.3 フィードバック制御の利点と課題

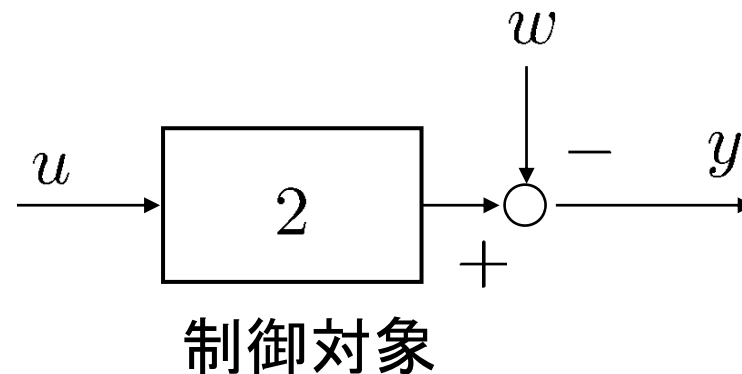
### [ 例 ] 水中ビークル

- モータに加える電流  $u$  [A] に比例した速度  $y$  [m/s]

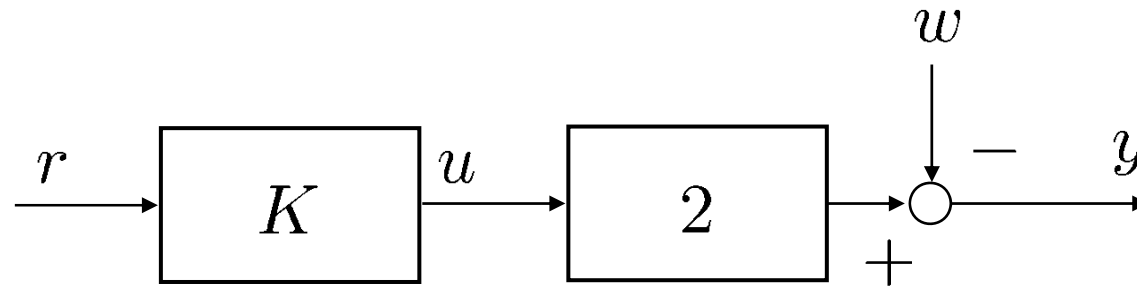
( 電流 1 [A] に対して, 速度 2 [m/s] が出るとする )

- 進行方向と反対向きに  $w$  [m/s] の速度の水流
- 目標速度  $r$  [m/s]

$$y = 2u - w$$



# フィードフォワード



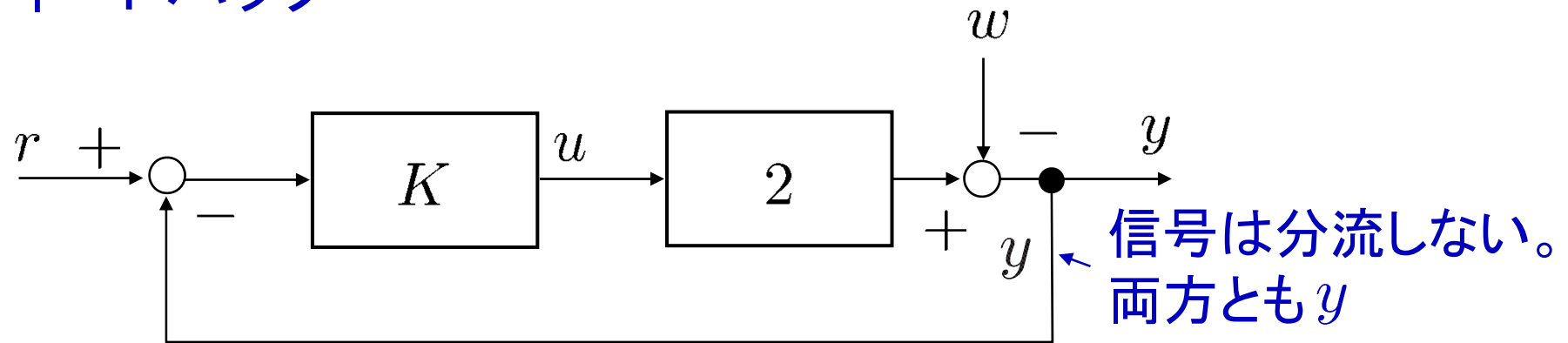
$$\begin{cases} y = 2u - w \\ u = Kr \end{cases}$$

$K = \frac{1}{2}$  と選ぶ ← **2 の逆数**

$y$  に  $u$  を代入  $y = 2 \cdot \frac{r}{2} - w = r - w$

$w = 0$  のとき,  $y = r$

# フィードバック



$$\begin{cases} y = 2u - w \\ u = K(r - y) \end{cases} \quad \begin{cases} y = 2K(r - y) - w \\ (1 + 2K)y = 2Kr - w \end{cases}$$

$$y = \frac{2K}{1 + 2K}r - \frac{1}{1 + 2K}w$$

$w = 0$  のとき  $y = \frac{2K}{1 + 2K}r$   $K \rightarrow \text{大}$   $y \approx r$

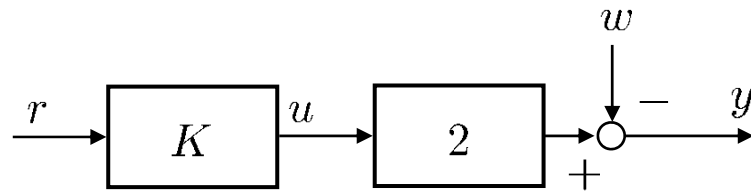
$K = 100$  とすると  $y = \frac{200}{201}r - \frac{1}{201}w$

## [ 外乱 ]

目標値:  $r = 5$  [m/s]

外乱:  $w = 2$  [m/s]

### フィードフォワード



$K = \frac{1}{2}$  のとき

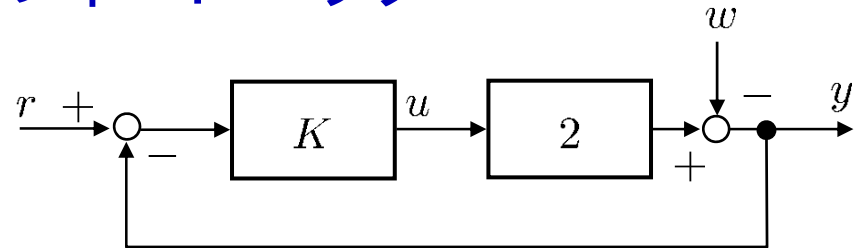
$$y = r - w$$

$$= 5 - 2$$

$$= 3 \text{ [m/s]}$$

目標値から 40% のずれ

### フィードバック



$K = 100$  のとき

$$y = \frac{200}{201}r - \frac{1}{201}w$$

$$= \frac{200}{201}5 - \frac{1}{201}2$$

$$\approx 4.965 \dots$$

$$\approx 4.97 \text{ [m/s]}$$

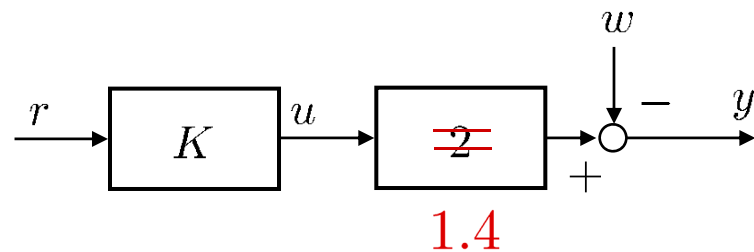
目標値からの誤差が 1% 以内



[ 特性変動 ] 特性が 30 % 劣化:  $r = 5$  [m/s]  $w = 0$  [m/s]

( 電流 1 [A] に対して, 速度 1.4 [m/s] に劣化 )

## フィードフォワード

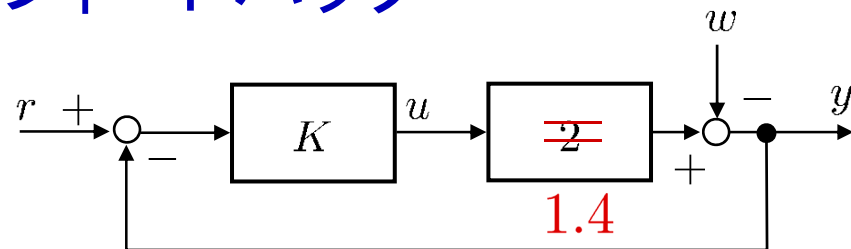


$$K = \frac{1}{2} \text{ のとき}$$

$$y = 1.4 \cdot \frac{r}{2} = 0.7r$$
$$= 3.5 \text{ [m/s]}$$

目標値から 30 % のずれ

## フィードバック



$$y = 1.4u = 1.4K(r - y)$$

$$K = 100 \text{ のとき}$$

$$141y = 140r$$

$$y = \frac{140}{141}r = \frac{140 \times 5}{141}$$

$$\approx 4.9645$$

$$\approx 4.96 \text{ [m/s]}$$

目標値からの誤差が 1 % 以内

## フィードバック制御の利点

- 制御対象の安定化
- 目標値追従
- 外乱の影響の抑制
- 特性変動による影響の抑制

# 第1章：序論

## 1.1 制御とは

キーワード： 制御(コントロール), システム

## 1.2 制御系の標準的構成と制御目的

キーワード： フィードフォワード, フィードバック

## 1.3 フィードバック制御の利点と課題

キーワード： フィードバック制御の利点

学習目標：「制御」の重要性を理解する。また、フィードバック制御の利点を理解する。