

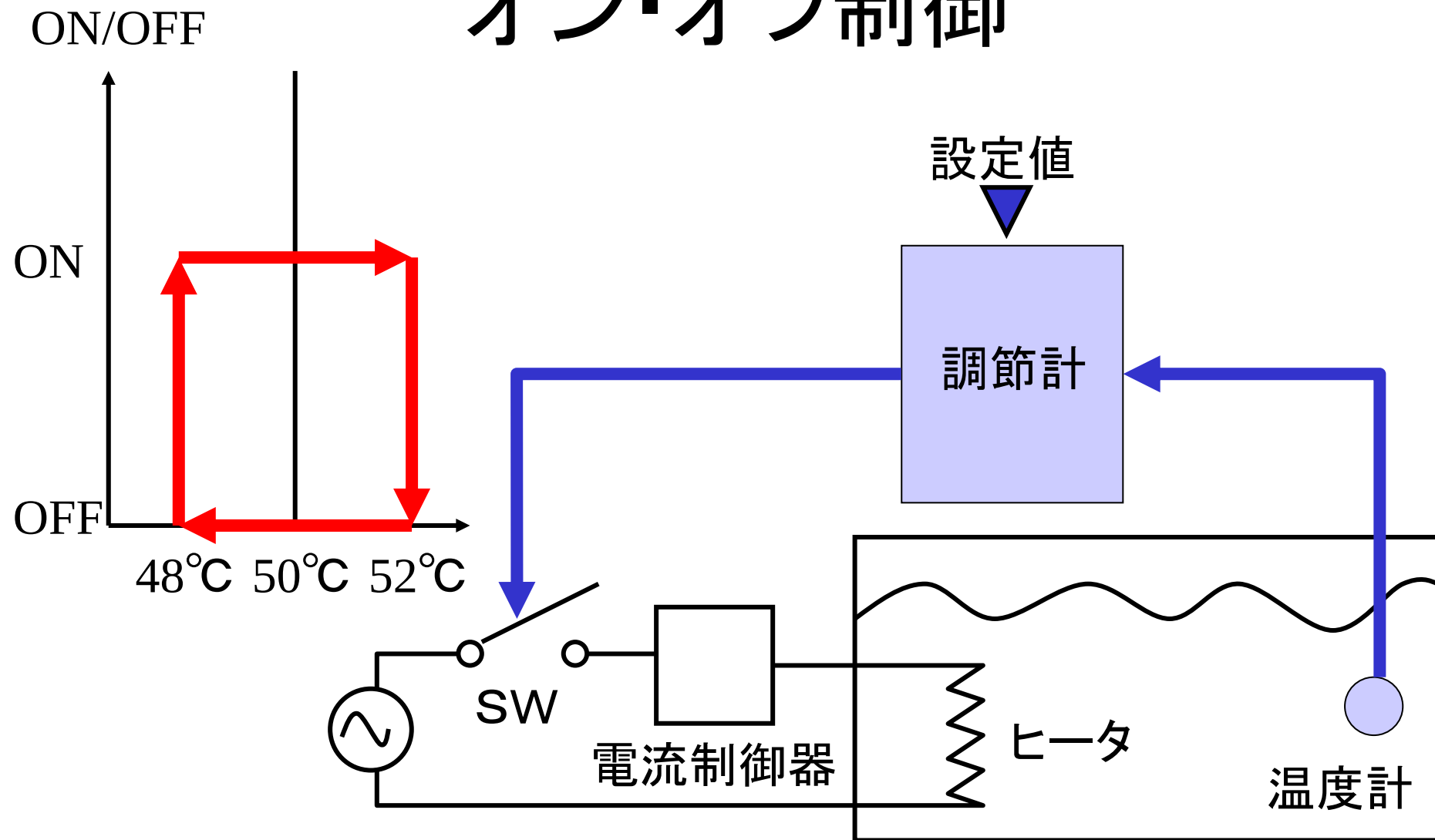
知能情報学実験3 AIBOテーマ

PID制御の基礎

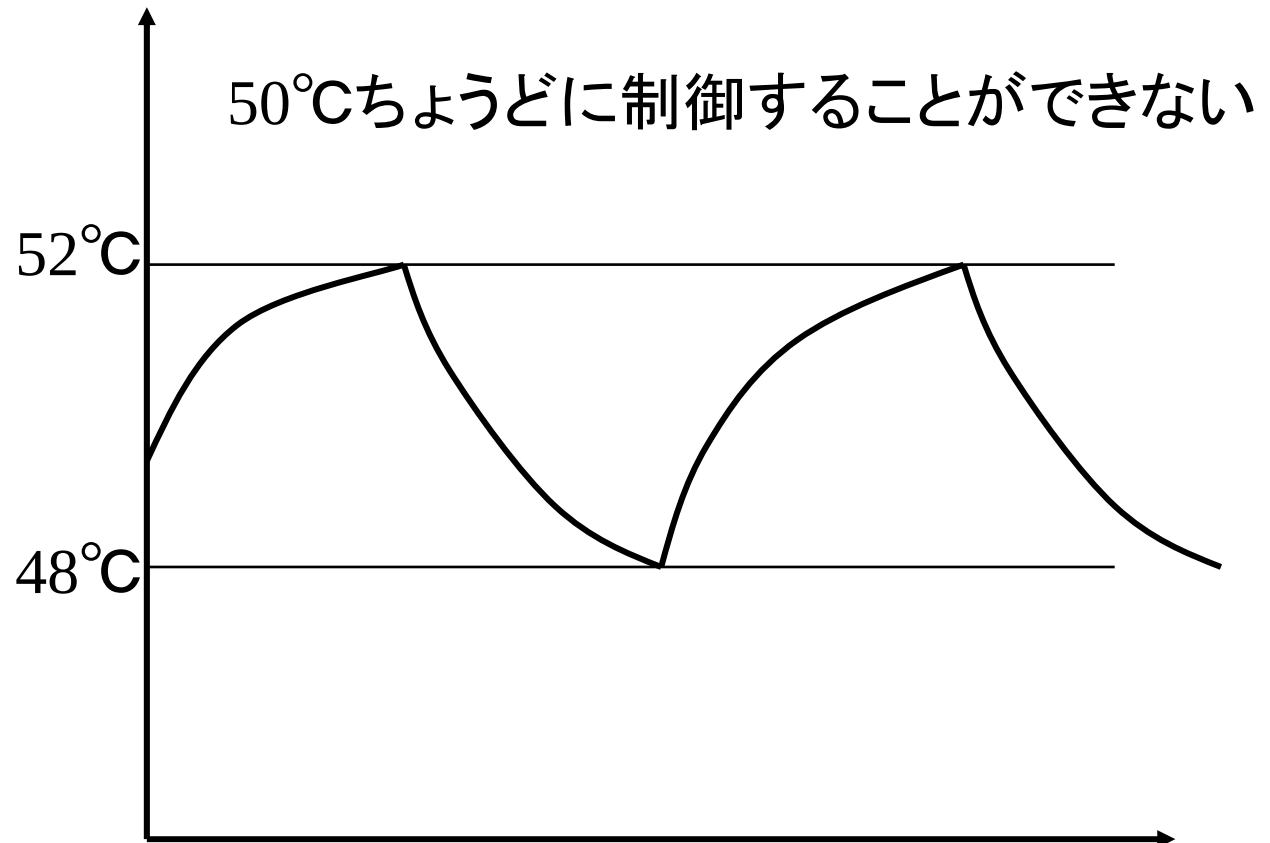
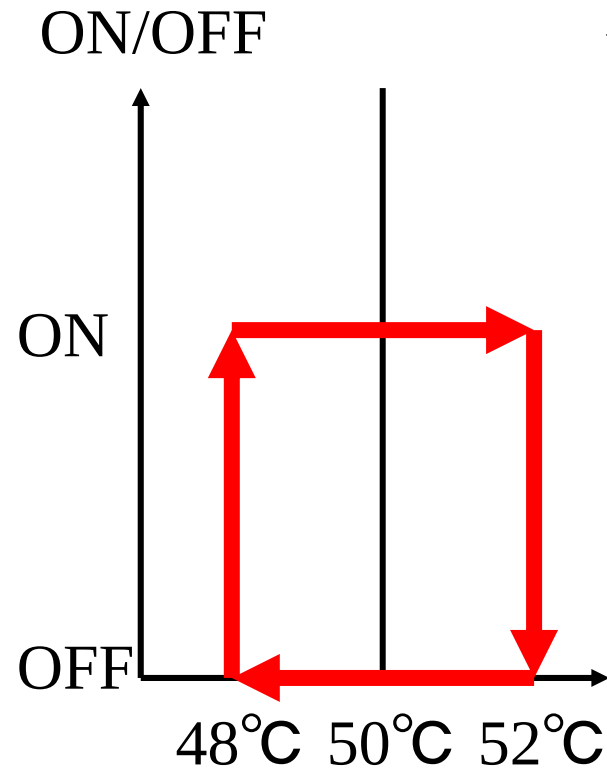
制御とは

- 制御したい系（制御対象という）の状態を望みの状態に変化させる, また維持すること.
- サーボ機構
「物体の位置、方位、姿勢などを制御量として、目的の任意の変化に追従するように構成された制御系」（JISによる定義）

オン・オフ制御



オン・オフ制御



現在の温度に応じてこまめに電流量を調整したらどうか？

PID制御

- 現在の状態（たとえば温度）と**偏差**（符号つきの目標値との差）に応じて制御量（たとえばヒータの電流量）を決定する.

⇒**状態フィードバック**という

- PID制御
 - 偏差に比例した制御量（**P動作**: proportional）
 - 偏差を時間積分（過去の足し算）した制御量（**I動作**: integral）
 - 偏差を時間微分（未来の予測）した制御量（**D動作**: differential）

PID制御の特徴

- 機能の完備性
 - 状態の現在(P), 過去(I), 未来(D)の情報を用いる
- 理論解析性
 - 線形性があり応答解析が容易(制御したときの系の振る舞いが簡単に予想できる)
- 簡易性
 - P, I, D成分の意味が明瞭(現在, 過去, 未来)
- 現場性
 - その場で調整が簡単

PID制御の基本式

偏差 $e(t) = SV(t) - PV(t)$

目標値

現在値

制御出力 $m(t) = K_p \left(e(t) + \frac{1}{T_I} \int_0^t e(\tau) d\tau + T_D \frac{de(t)}{dt} \right)$

$$= K_p e(t) + K_I \int_0^t e(\tau) d\tau + K_D \frac{de(t)}{dt}$$

K_p 比例ゲイン
(Pゲイン)

T_I 積分時間

T_D 微分時間

$K_I = \frac{K_p}{T_I}$ 積分ゲイン
(Iゲイン)

$K_D = K_p T_D$ 微分ゲイン
(Dゲイン)

Pゲイン K_p の働き

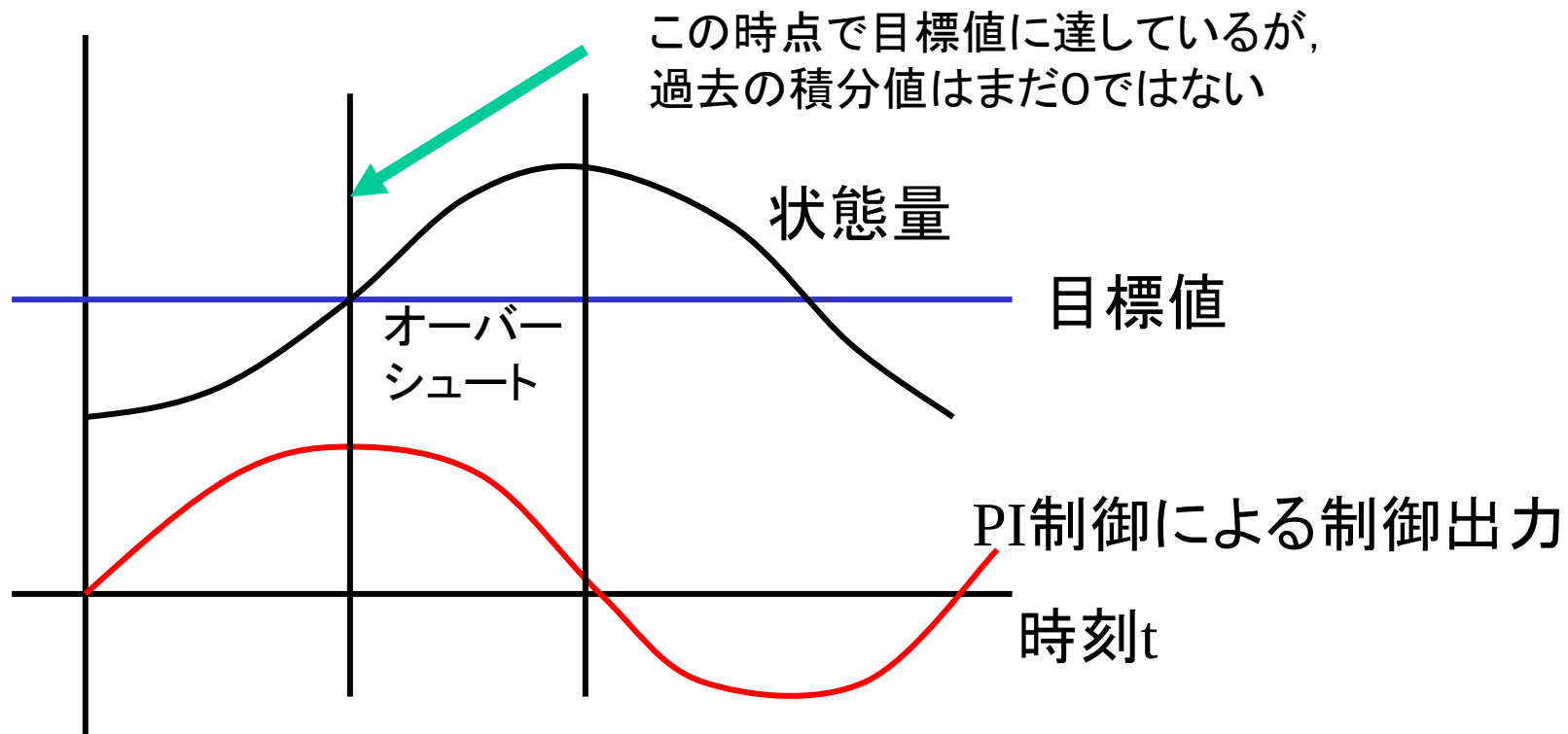
- 現在の偏差 $e(t)$ に比例した制御出力を出す.
 - $e(t)$ が正, すなわち目標値より現在値が小さいとき($SV(t) > PV(t)$), 比例項は正となり, 制御対象の状態を現在値より大きくする方向に作用する.
 - $e(t)$ の絶対値が大きいほど制御出力が大きくなり, より強く制御をかける効果がある.
- P制御のみだとオフセット(定常偏差)が打ち消せない(図5. 8).

Iゲイン K_I の働き

- 過去の偏差 $e(0) \Rightarrow e(t)$ の総和(積分値)に比例した制御出力を出す.
 - もしオフセットが残っている状態だと, $e(t)$ の積分値は単調増加(減少)するので, しだいにIゲインによる制御出力は増大し, オフセットを解消する方向へ作用する(図5. 10).
- PゲインとIゲインを用いた**PI制御**が必要.

Iゲイン K_I の働き

- ただし, Iゲインによる出力成分は反応時間の遅れ(位相遅れ)をもたらす。
 - 振動する場合には発散する危険がある！



Dゲイン P_D の働き

- 現時点における状態量の変化の度合（微分値，傾き）に基づく**未来の予測**を考慮に入れることができる
 - Iゲインを大きくしたときの位相遅れによるオーバーシュートを軽減させる作用がある（**位相補償**）。

