

第 8 章 : フィードバック制御系の設計法

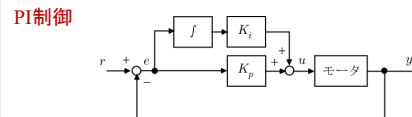
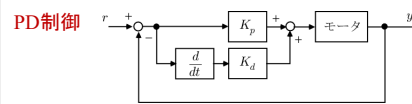
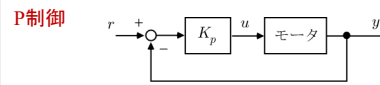
8.2 PID補償による制御系設計

キーワード : PD制御, PI制御

学習目標 : モータのPD制御とPI制御ができる。

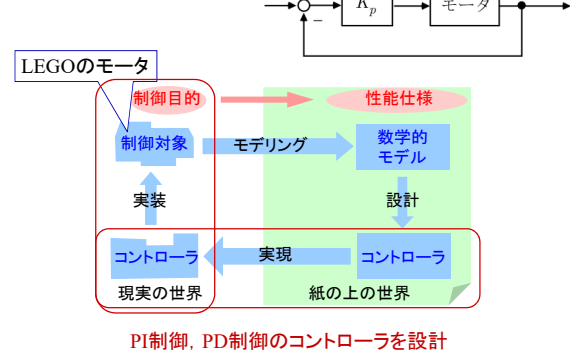
1

8 フィードバック制御系の設計法  
8.2 PID補償による制御系設計



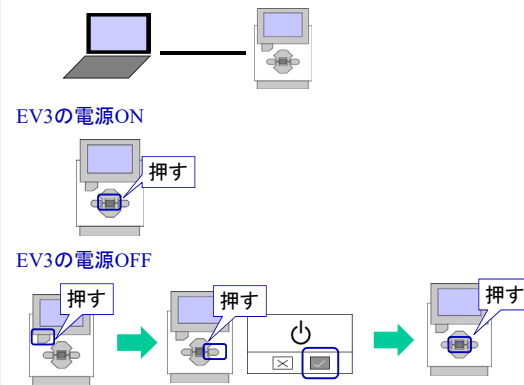
2

制御系の設計手順



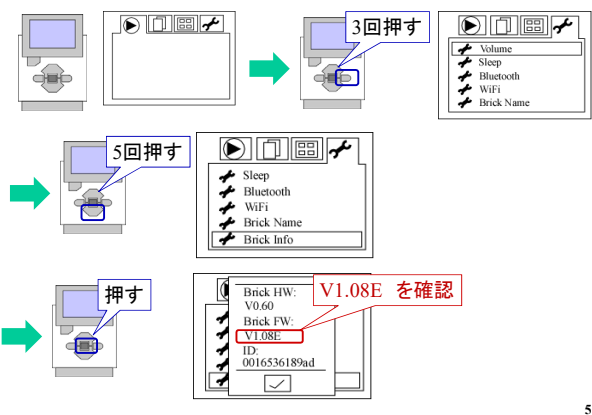
3

PCとEV3をUSBケーブルで接続



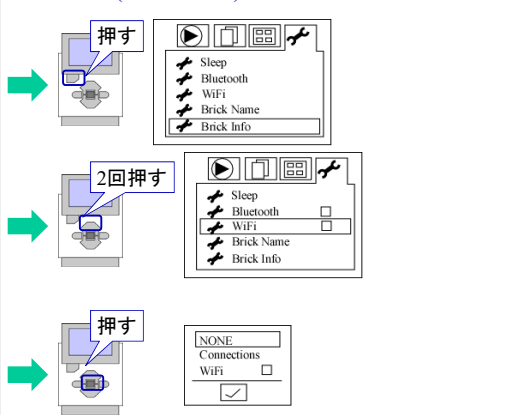
4

ファームウェアの確認

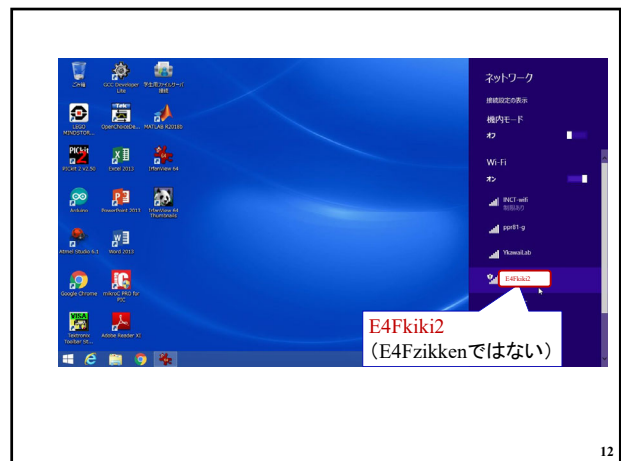
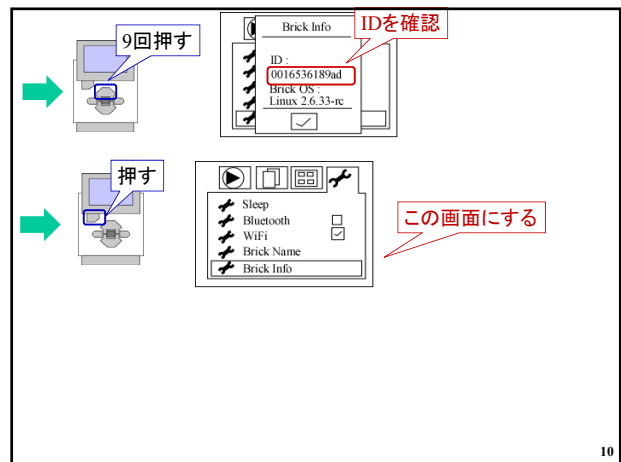
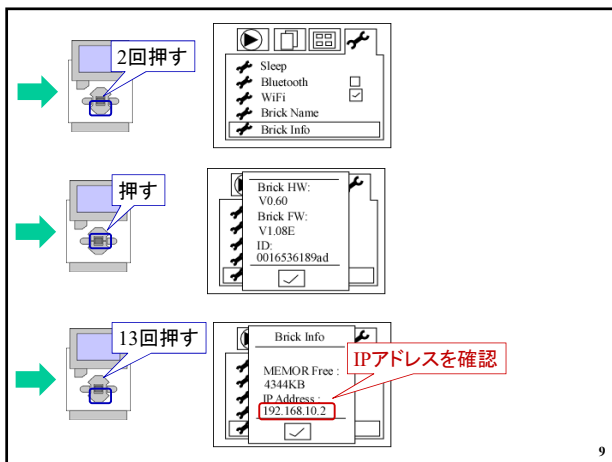
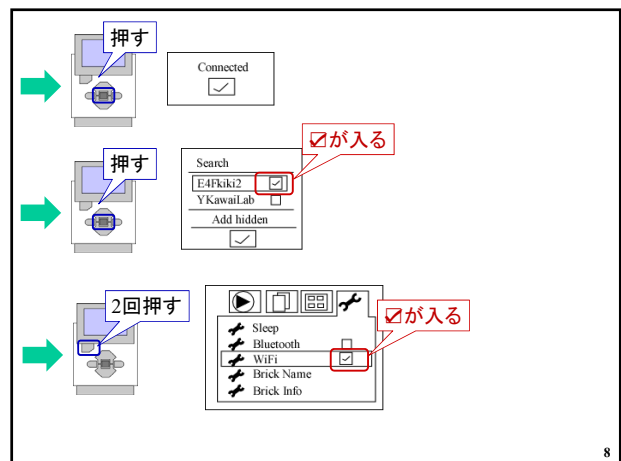
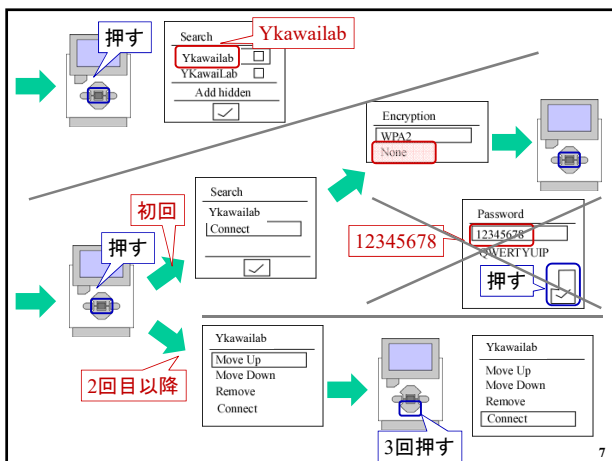


5

WiFi 接続(LEGO設定)



6



ファイルのダウンロード

ホームページより「data3.zip」をダウンロード

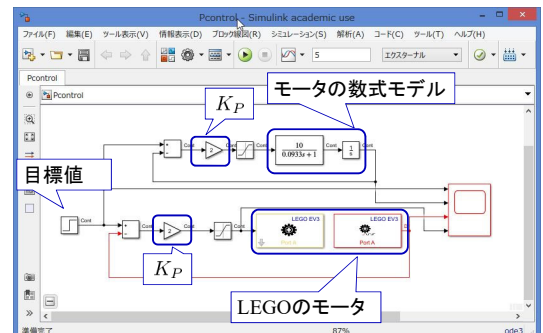
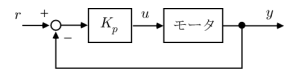
[http://www.ishikawa-nct.ac.jp/lab/E/y\\_kawai/www/course/CE2/19CE2/19CE2\\_Handouts.html](http://www.ishikawa-nct.ac.jp/lab/E/y_kawai/www/course/CE2/19CE2/19CE2_Handouts.html)

Zip ファイルを解凍

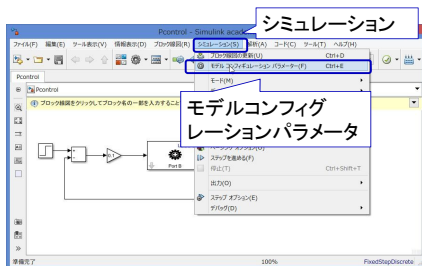
13

P制御

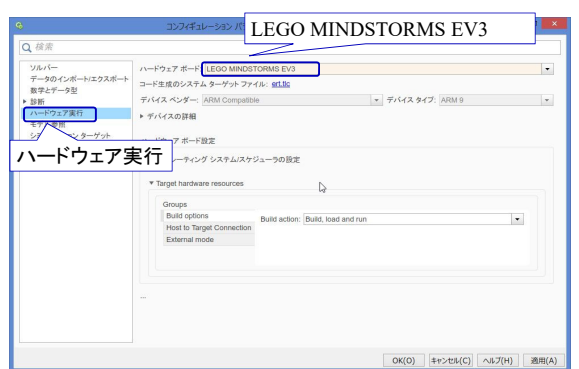
Pcontrol.slx を実行



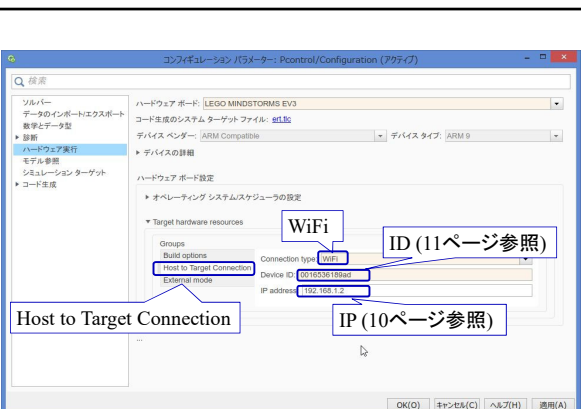
14



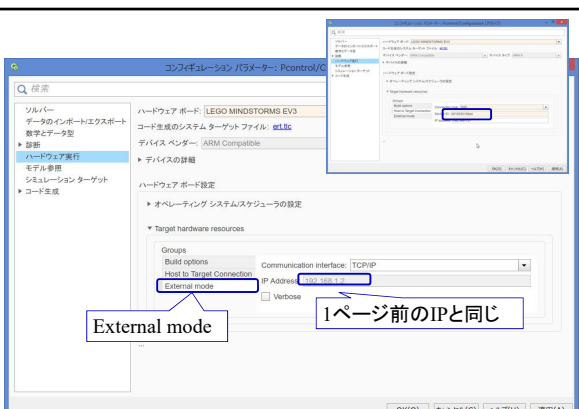
15



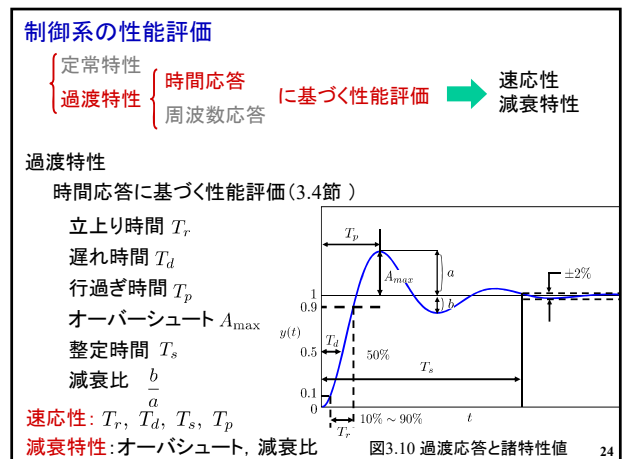
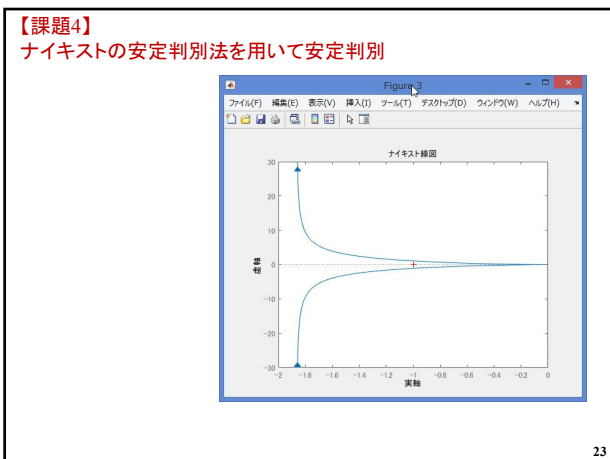
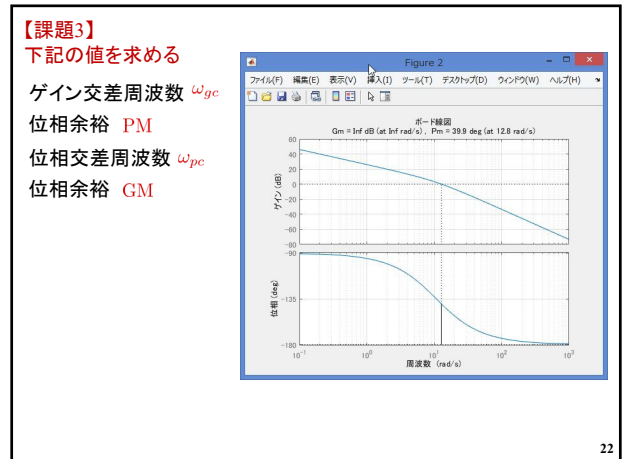
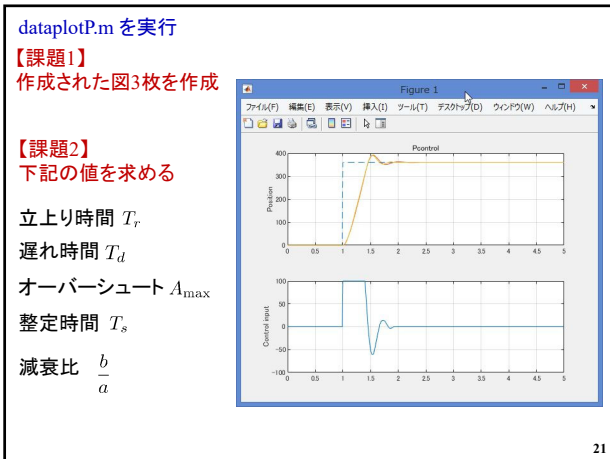
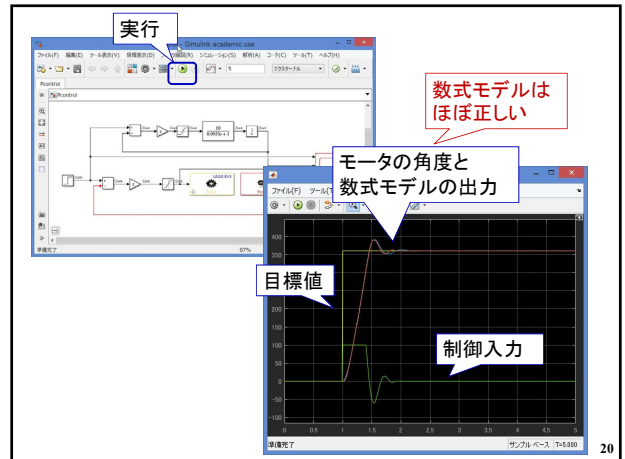
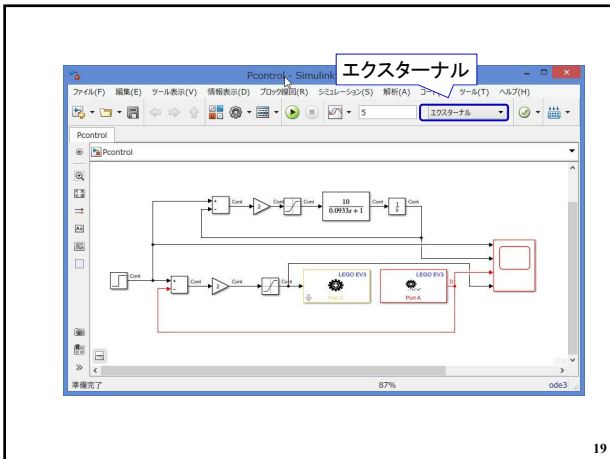
16



17



18



### 制御系の性能評価

定常特性 { 時間応答 } 閉ループ  
 過渡特性 { 周波数応答 } 開ループ 伝達関数に基づく性能評価

開ループ伝達関数に基づく性能評価

安定余裕 [ゲイン余裕 / 位相余裕]  
 交差周波数 [ゲイン/位相]  
 (速応性): ゲイン交差周波数  $\omega_{gc}$   
 (減衰特性): 位相余裕 PM

経験的指針

追従制御:  $PM = 40 \sim 60^\circ$ ,  $GM = 10 \text{ dB} \sim 20 \text{ dB}$   
 定置制御:  $PM \geq 20^\circ$ ,  $GM = 3 \text{ dB} \sim 10 \text{ dB}$   
 2次系の場合:  $PM \approx 100 \times \zeta$

(a) 安定

25

### PD制御

PDcontrol.slx を実行

26

27

28

dataplotPD.m を実行

【課題5】  
作成された図3枚を作成

【課題2】  
下記の値を求める

立上り時間  $T_r$   
 遅れ時間  $T_d$   
 オーバーシュート  $A_{max}$   
 整定時間  $T_s$   
 減衰比  $\frac{b}{a}$

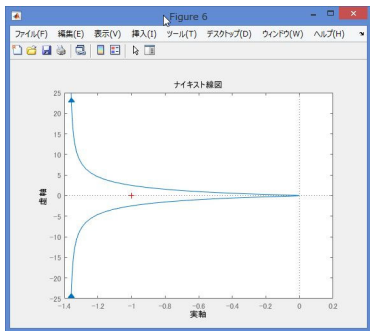
29

【課題3】  
下記の値を求める

ゲイン交差周波数  $\omega_{gc}$   
 位相余裕 PM  
 位相交差周波数  $\omega_{pc}$   
 位相余裕 GM

30

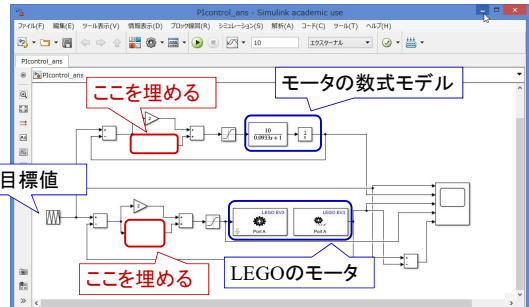
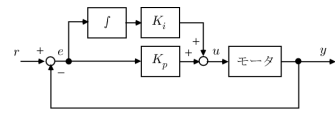
**【課題6】**  
ナイキストの安定判別法を用いて安定判別



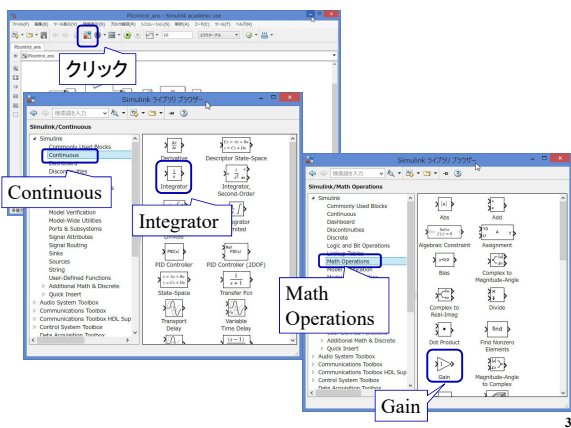
31

**PI制御**

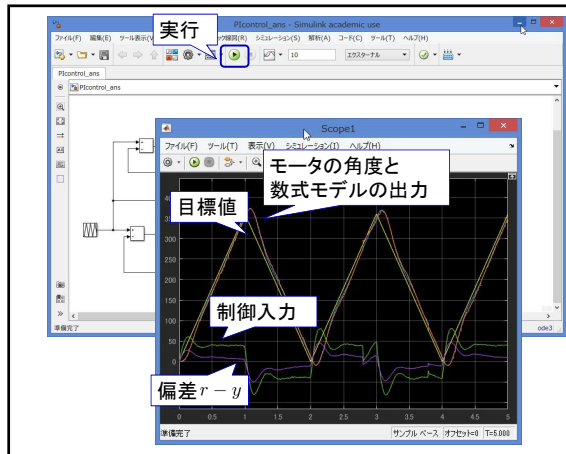
Picontrol.slx を実行



32



33



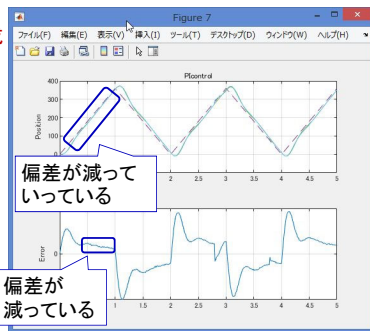
34

**datplotPI.m を実行**

**【課題7】**  
作成された図3枚を作成

**【課題8】**  
下記の値を求め

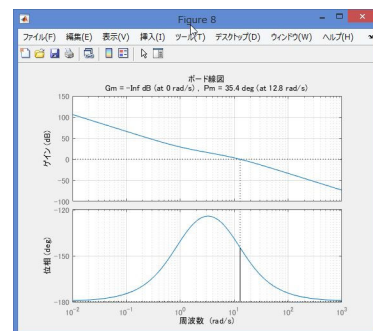
偏差の最小値  $e$



35

**【課題3】**  
下記の値を求め

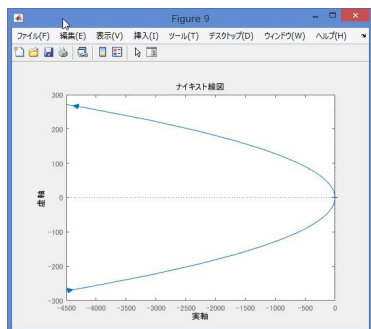
- ゲイン交差周波数  $\omega_{gc}$
- 位相余裕 PM
- 位相交差周波数  $\omega_{pc}$
- 位相余裕 GM



36

【課題9】

ナイキストの安定判別法を用いて安定判別



37

第 8 章 : フィードバック制御系の設計法

8.2 PID補償による制御系設計

キーワード : PD制御, PI制御

学習目標 : モータのPD制御とPI制御ができる。

38