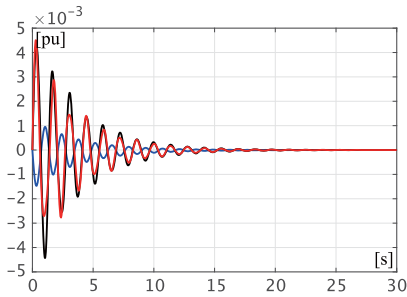
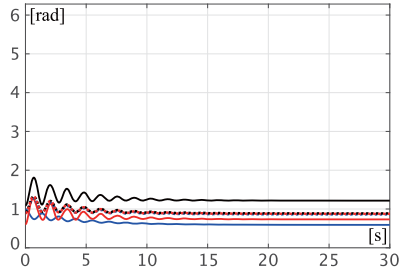


2

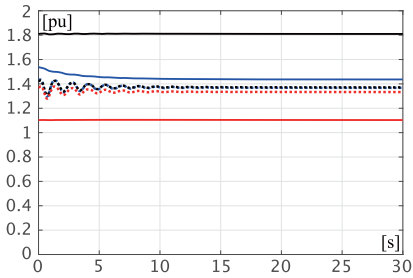
電力システムの数理モデル



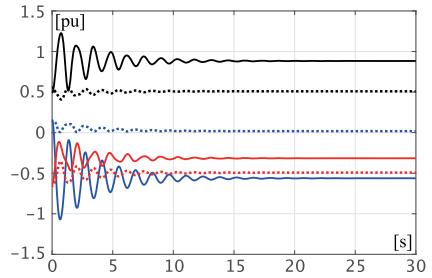
(a) $\Delta\omega_i$



(b) 実線： δ_i , 破線： $\angle V_i$



(c) 実線： E_i , 破線： $|V_i|$



(d) 実線： P_i , 破線： Q_i

図 2.10 初期値に摂動を加えた場合の時間応答
(青：母線 1, 黒：母線 2, 赤：母線 3)

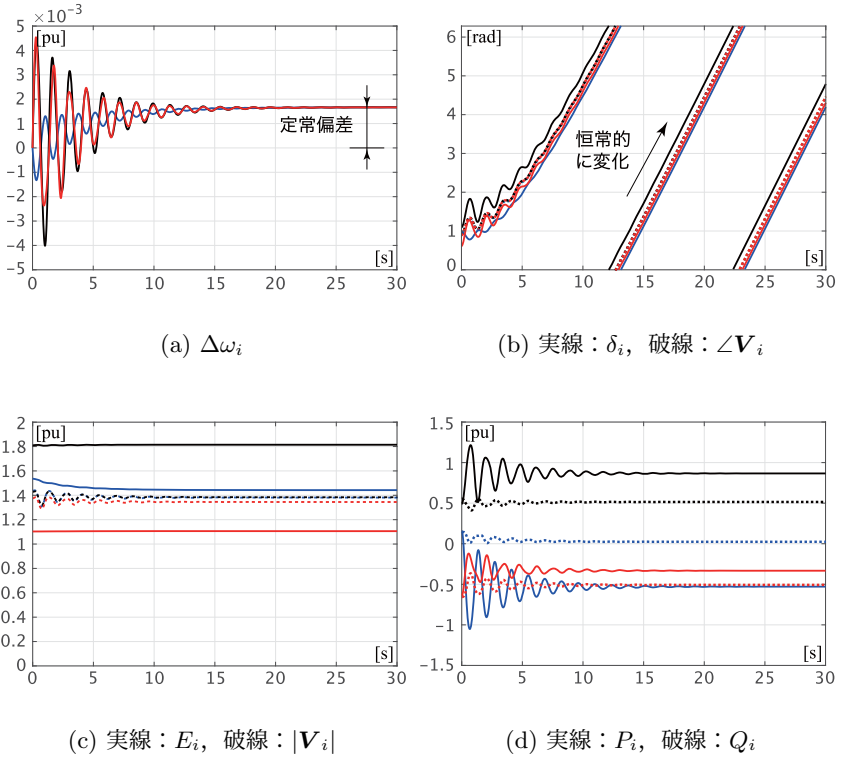
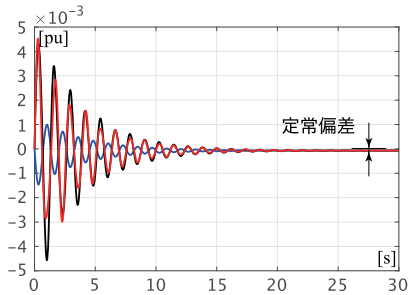
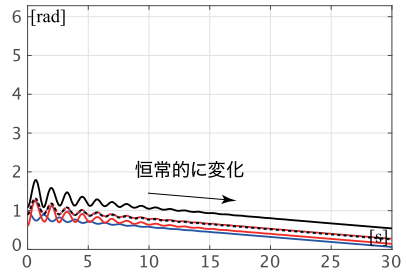


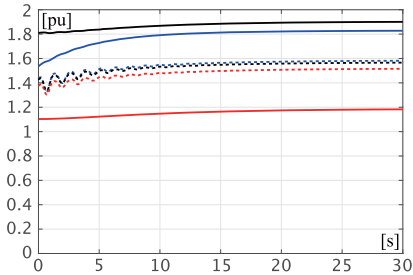
図 2.11 機械入力に摂動を加えた場合の時間応答
(青：母線 1, 黒：母線 2, 赤：母線 3)



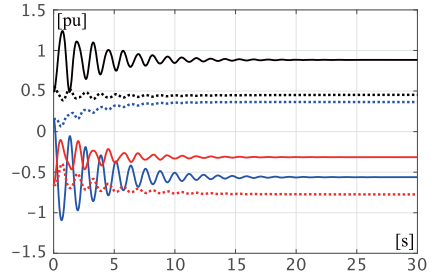
(a) $\Delta\omega_i$



(b) 実線： δ_i , 破線： $\angle V_i$



(c) 実線： E_i , 破線： $|V_i|$

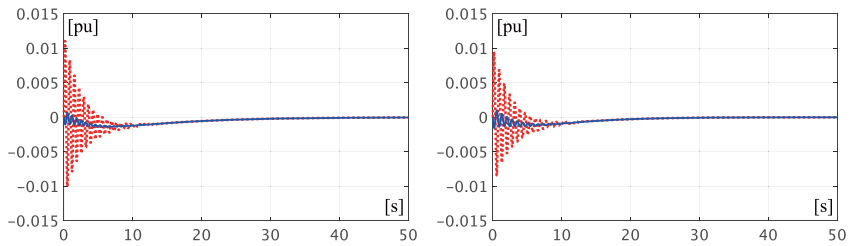


(d) 実線： P_i , 破線： Q_i

図 2.12 界磁入力に摂動を加えた場合の時間応答
(青：母線 1, 黒：母線 2, 赤：母線 3)

3

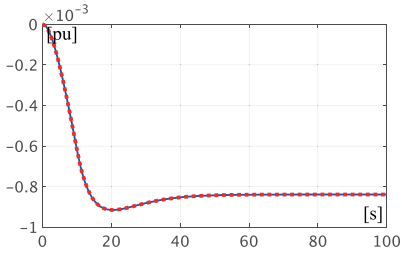
電力系統モデルの数値シミュレーション



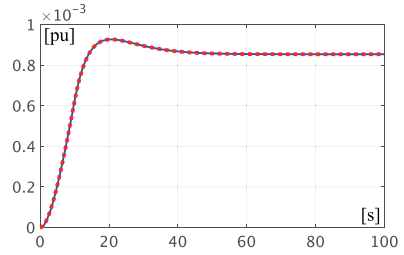
(a) 表 3.1 の定常潮流状態

(b) 表 3.2 の定常潮流状態

図 3.2 初期値変動に対する角周波数偏差の時間応答
(青実線： $\Delta\omega_1$ ，赤破線： $\Delta\omega_3$)

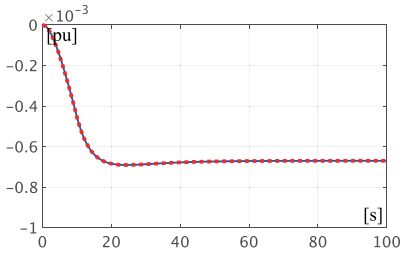


(a) 抵抗が 1%増加した場合

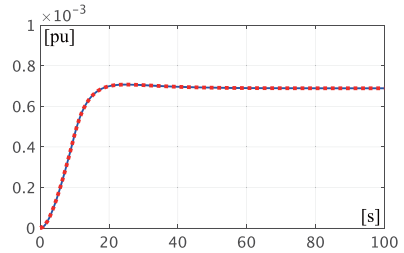


(b) 抵抗が 1%減少した場合

図 3.3 負荷の変化に対する角周波数偏差の時間応答
(表 3.1 の定常潮流状態, 線種は図 3.2 と同様)

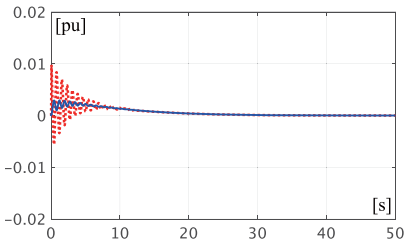


(a) 抵抗が 1%増加した場合

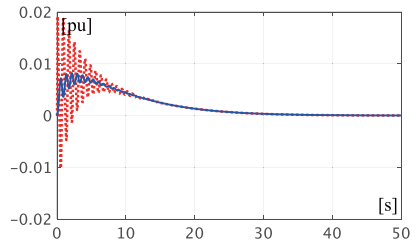


(b) 抵抗が 1%減少した場合

図 3.4 負荷の変化に対する角周波数偏差の時間応答
(表 3.2 の定常潮流状態, 線種は図 3.2 と同様)

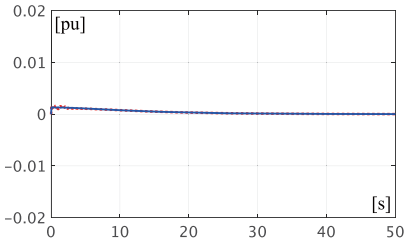


(a) 50 [ms] の地絡

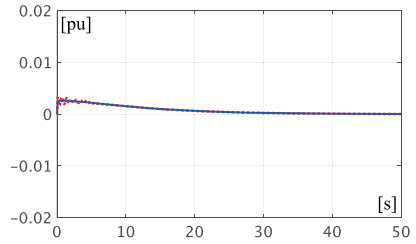


(b) 100 [ms] の地絡

図 3.5 地絡に対する角周波数偏差の時間応答
(表 3.1 の定常潮流状態, 線種は図 3.2 と同様)



(a) 50 [ms] の地絡



(b) 100 [ms] の地絡

図 3.6 地絡に対する角周波数偏差の時間応答
(表 3.2 の定常潮流状態, 線種は図 3.2 と同様)

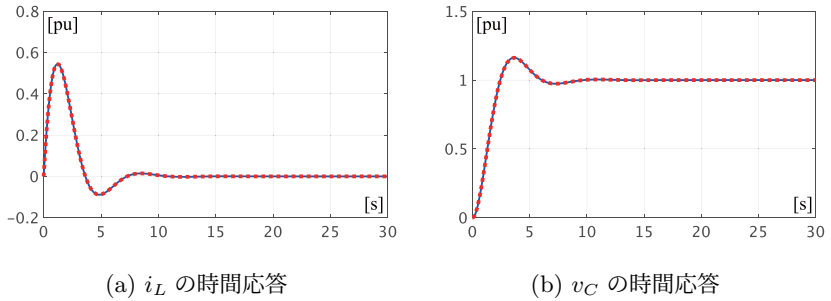


図 3.12 LC 並列回路の時間応答
(青実線：ode45, 赤破線：ode15s)

4

電力システムモデルの定態安定性解析

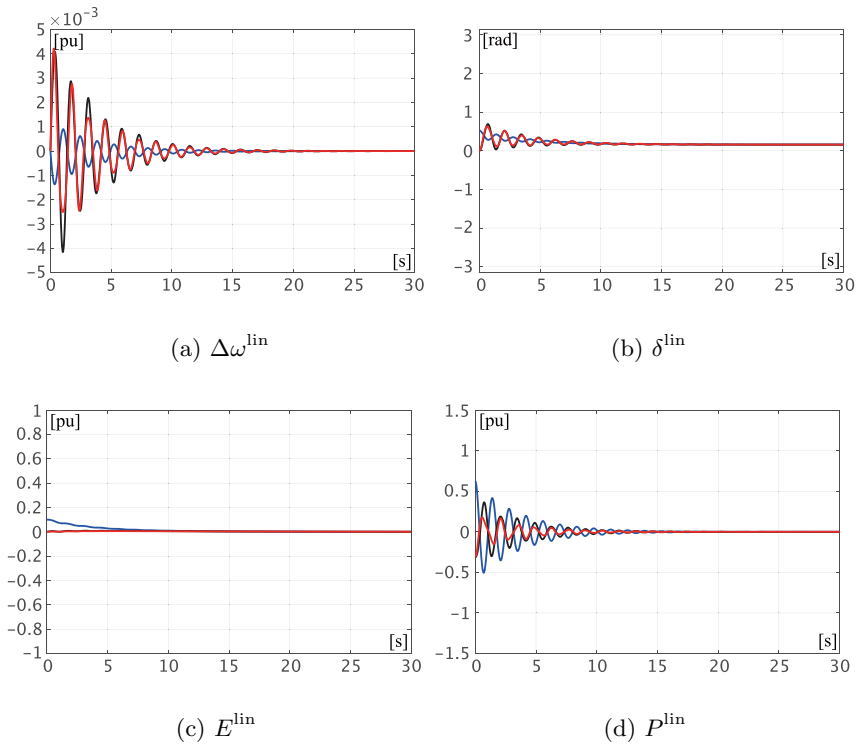


図 4.2 近似線形モデルの初期値応答
(青：発電機 1, 黒：発電機 2, 赤：発電機 3)

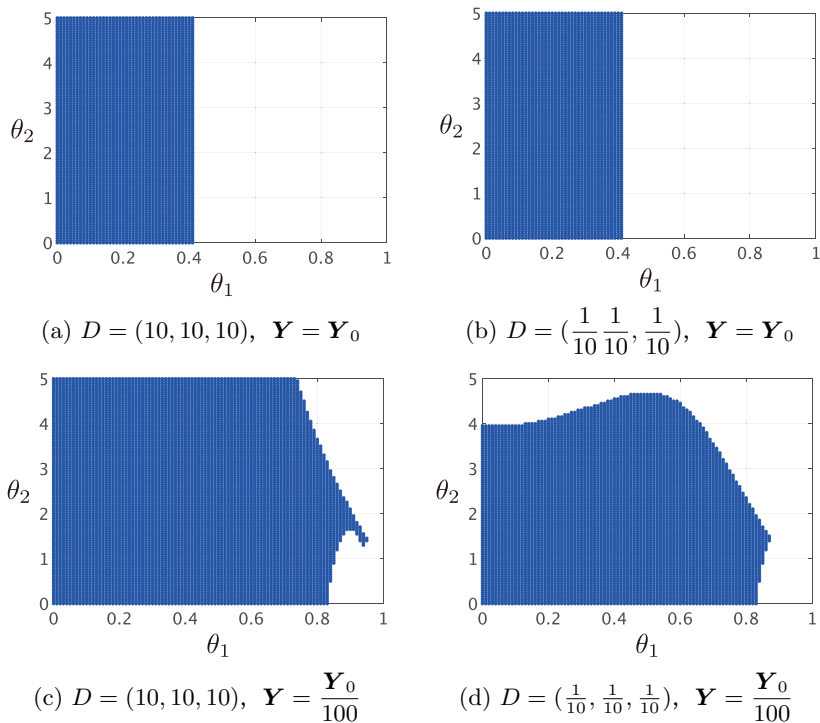


図 4.3 近似線形モデルが安定となるパラメータの領域

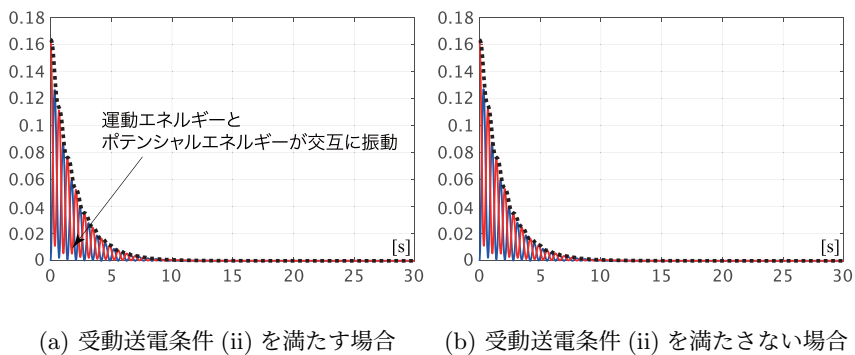


図 4.5 例 4.2 に対する蓄積関数の時間変化
(青: W_F , 赤: W_G , 黒: $W_F + W_G$)

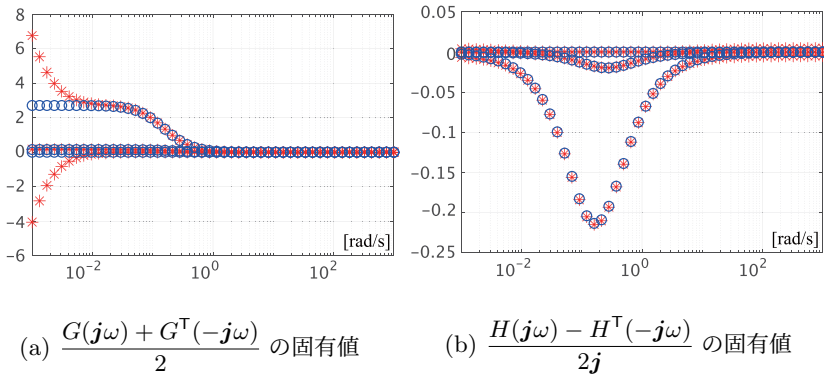


図 4.9 $G(s)$ の正実性と $H(s)$ の負虚性
 (青：受動送電条件 (ii) を満たす, 赤：満たさない)

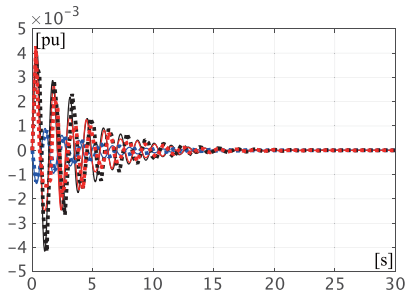
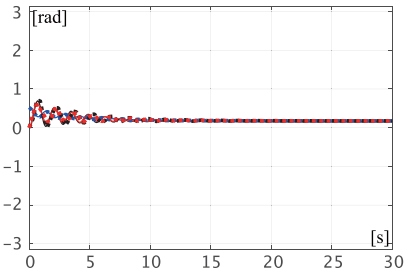
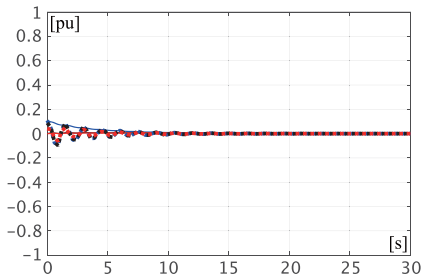
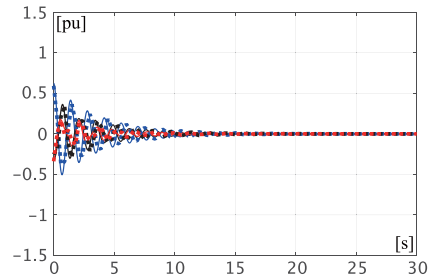
(a) 実線： $\Delta\omega^{\text{lin}}$ ，破線： $\Delta\hat{\omega}^{\text{lin}}$ (b) 実線： δ^{lin} ，破線： $\hat{\delta}^{\text{lin}}$ (c) 実線： E^{lin} ，破線： \hat{E}^{lin} (d) 実線： P^{lin} ，破線： \hat{P}^{lin}

図 4.10 低次元近似を適用した場合の時間応答

(青：発電機 1，黒：発電機 2，赤：発電機 3)

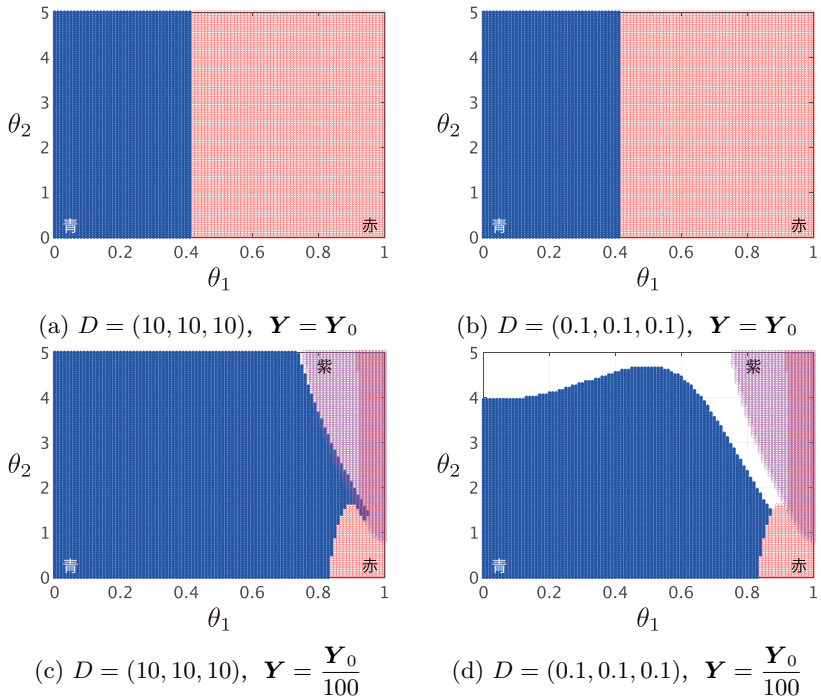
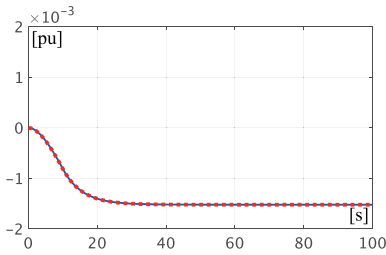


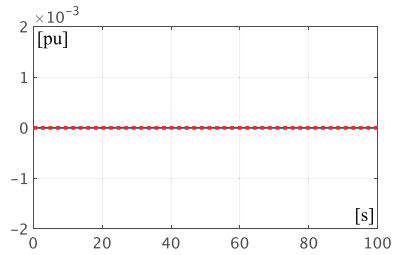
図 4.11 近似線形モデルが安定となるパラメータの領域

5

電力システムモデルの安定化制御

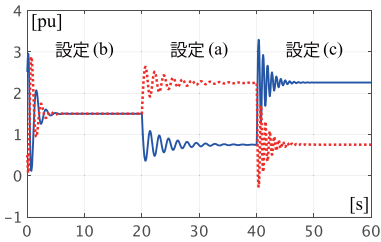


(a) 自動発電制御なし

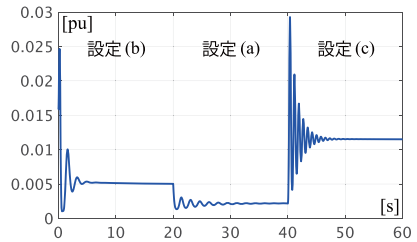


(b) 自動発電制御あり

図 5.2 消費電力増加に対する角周波数偏差の時間応答
(青実線： $\Delta\omega_1$ ，赤破線： $\Delta\omega_3$)

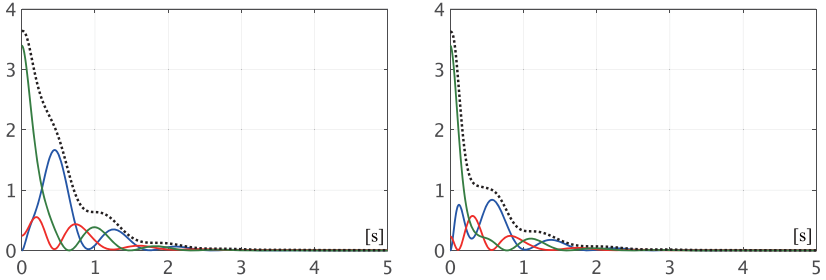


(a) 青実線： P_1 ，赤破線： P_3



(b) 送電損失 $P_1 + P_2 + P_3$

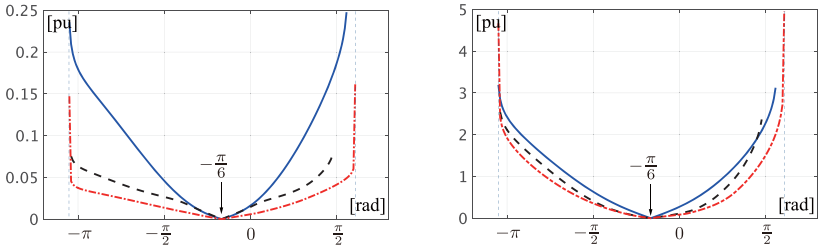
図 5.3 寄与係数の変化に対する有効電力の時間応答



(a) 定常潮流状態 1 に対応する初期値

(b) 定常潮流状態 2 に対応する初期値

図 5.5 初期値応答に対する蓄積関数の時間変化
(青: $W_{x_F^*}$, 赤: $W_{x_G^*}$, 緑: W_{ξ^*} , 黒: 総和)



(a) $\|\Delta\omega\|_{\mathcal{L}_2}$

(b) $\||V| - |V^*|\|_{\mathcal{L}_2}$

図 5.8 回転子偏角差の初期値に対する過渡安定度評価
(青実線: (i), 黒破線: (ii), 赤鎖線: (iii))

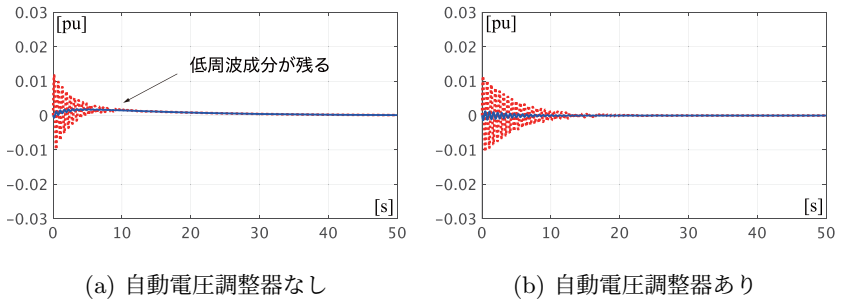


図 5.9 角周波数偏差の初期値応答
(青実線： $\Delta\omega_1$ ，赤破線： $\Delta\omega_3$)

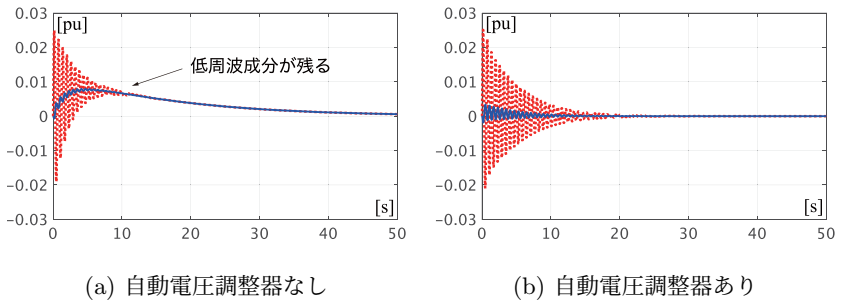


図 5.10 角周波数偏差の初期値応答
(青実線： $\Delta\omega_1$ ，赤破線： $\Delta\omega_3$)

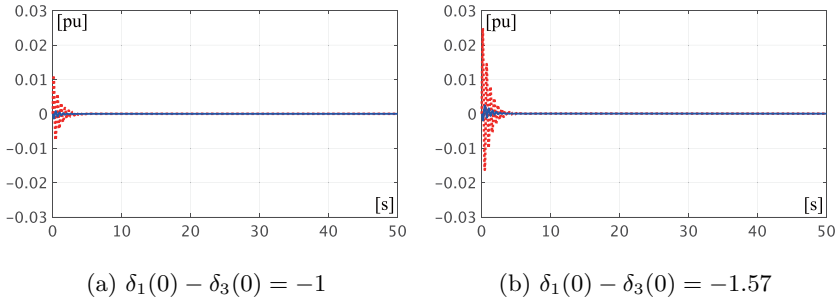


図 5.12 角周波数偏差の初期値応答
(系統安定化装置あり, 線種は図 5.9 と同様)

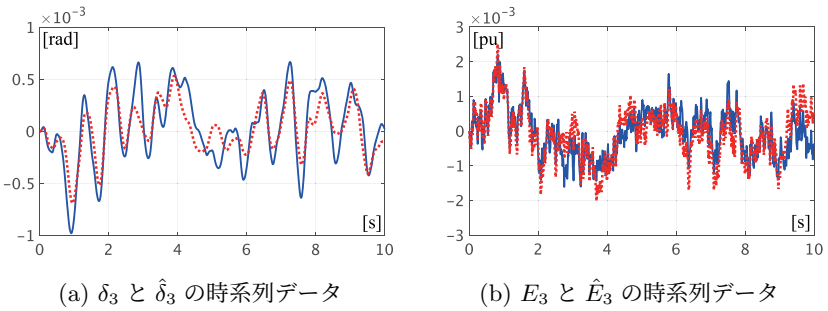


図 5.15 無作為な励振入力に対する時間応答
(青実線: δ_3, E_3 , 赤破線: $\hat{\delta}_3, \hat{E}_3$)

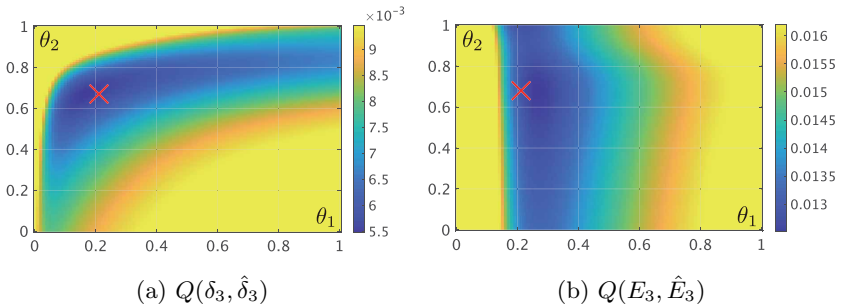
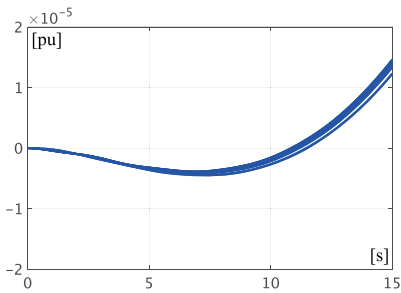


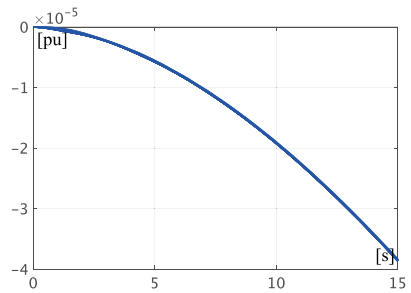
図 5.16 同定パラメータに対する内部状態の近似誤差

6

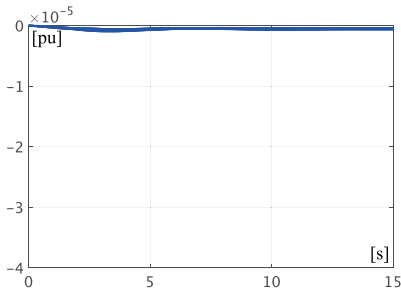
大規模モデルの数値シミュレーション例



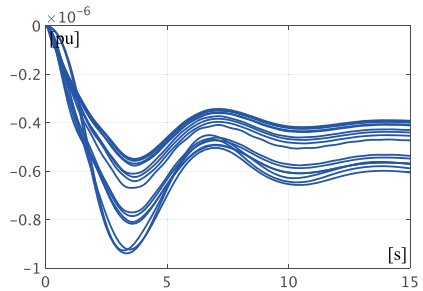
(a) 機械入力と界磁入力が定数の場合



(b) 機械入力が定数の場合



(c) 機械入力を制御する場合



(d) 機械入力を制御する場合 (拡大)

図 6.2 負荷変動に対する角周波数偏差の時間応答

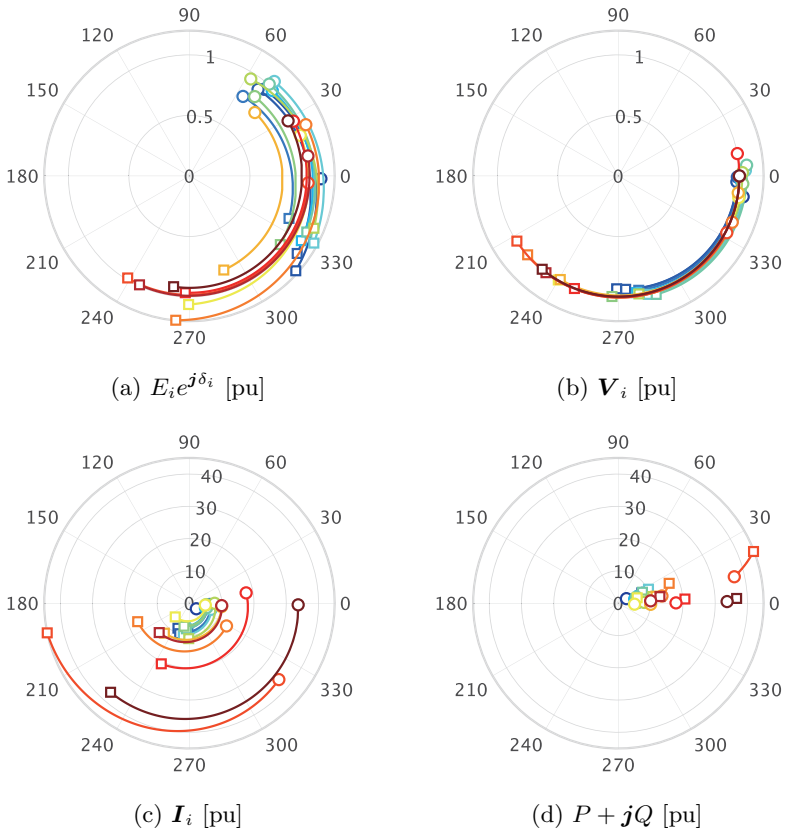


図 6.3 負荷変動に対する発電機変数と母線変数の変化
(丸：初期時刻，四角：終端時刻)